

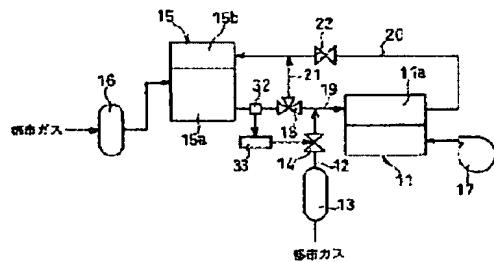
FUEL CELL GENERATING SYSTEM AND FUEL CELL GENERATING METHOD

Patent number: JP2003229149
Publication date: 2003-08-15
Inventor: NAKAMURA AKINARI; OZEKI MASATAKA; MIYAUCHI SHINJI; ASOU TOMOMICHI
Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
Classification:
 - **international:** H01M8/04; H01M8/06
 - **european:**
Application number: JP20020334674 20021119
Priority number(s):

[Report a data error here](#)**Abstract of JP2003229149**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel cell generating system and a generating method in which a purge process of an atmosphere in the fuel gas passage can be realized without using nitrogen before the generation start or after the generation stop, and inflow of high concentration carbon monoxide into the fuel cell can be prevented at the time of the starting of the system operation.

SOLUTION: The generating system comprises a fuel gas generating means for generating a fuel gas rich in hydrogen from a raw material made mainly of a compound containing carbon and hydrogen, a raw material supply source for supplying the raw material to the fuel gas generating means, a fuel gas supply means for supplying the fuel gas from the fuel gas generating means to the fuel gas passage that includes a fuel pole of the fuel cell, and a bypass means for injecting the raw material from the raw material supply source into the fuel gas passage of the fuel cell by bypassing the fuel gas generating means. The raw material is injected into the fuel gas passage of the fuel cell through the above bypass means as a substitution gas at least either before the generation start or after generation stop of the fuel cell.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-229149

(P2003-229149A)

(43)公開日 平成15年8月15日(2003.8.15)

(51)Int.Cl.⁷
H 0 1 M 8/04

識別記号

F I
H 0 1 M 8/04

テーマコード(参考)
J 5 H 0 2 7

8/06

8/06

Y
G

審査請求 未請求 請求項の数34 O L (全29頁)

(21)出願番号 特願2002-334674(P2002-334674)
(22)出願日 平成14年11月19日(2002.11.19)
(31)優先権主張番号 特願2001-367294(P2001-367294)
(32)優先日 平成13年11月30日(2001.11.30)
(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(72)発明者 中村 彰成
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72)発明者 尾関 正高
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(74)代理人 100072431
弁理士 石井 和郎 (外1名)

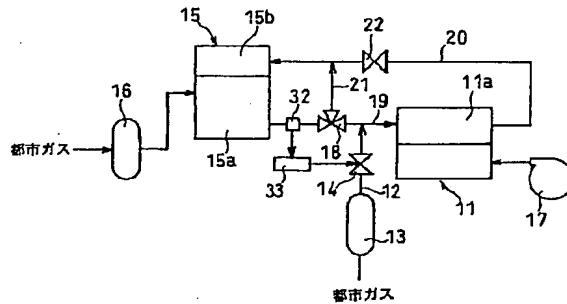
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料電池発電システムおよび燃料電池発電方法

(57)【要約】

【課題】 発電開始前および発電終了後に、窒素を用いないで燃料ガス流路の雰囲気のバージ工程を実現できる燃料電池発電システムおよび発電方法を提供する。また、同システム運転の起動時において、高濃度一酸化炭素の燃料電池への流入を防止できる燃料電池発電システムおよび発電方法を提供する。

【解決手段】 炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から水素リッチな燃料ガスを生成する燃料ガス生成手段と、燃料ガス生成手段に原料を供給する原料供給源と、燃料ガス生成手段から燃料ガスを燃料電池の燃料極を含む燃料ガス流路に供給する燃料ガス供給手段と、原料供給源より燃料ガス生成手段をバイパスして原料を燃料電池の燃料ガス流路に注入するバイパス手段とを具備し、燃料電池の発電開始前および発電終了後の少なくとも一方において、前記バイパス手段を経由して燃料電池の燃料ガス流路に、置換ガスとして原料を注入するように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料極および酸化剤極を有する燃料電池と、前記燃料極を含む前記燃料電池の燃料ガス流路に燃料ガスを供給する燃料ガス供給手段と、前記酸化剤極を含む前記燃料電池の酸化剤ガス流路に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給手段と、前記燃料ガス流路に炭素および水素を含む化合物を主成分とする置換ガスを供給する置換ガス供給手段とを具備し、前記燃料電池の発電開始前および発電終了後の少なくとも一方において、前記置換ガス供給手段により前記置換ガスを前記燃料ガス流路に注入して前記燃料ガス流路の雰囲気を前記置換ガスで置換するように構成したことを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項2】 前記燃料ガス流路に空気を供給して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を空気に置換する空気供給手段をさらに具備し、前記発電終了後に、前記置換ガス供給手段により前記置換ガスを前記燃料ガス流路に注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記置換ガスで置換した後、前記空気供給手段により前記燃料ガス流路に前記空気を注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記空気で置換することを特徴とする請求項1記載の燃料電池発電システム。

【請求項3】 前記燃料ガス供給手段が、炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から水素リッチな燃料ガスを生成する燃料ガス生成手段と、前記燃料ガス生成手段に前記原料を供給する原料供給源とを含み、前記置換ガス供給手段による前記燃料ガス流路への前記置換ガスの注入が終了するまで、前記燃料ガス生成手段は前記燃料ガス生成を行なうことを特徴とする請求項1記載の燃料電池発電システム。

【請求項4】 前記燃料ガス生成手段に水蒸気を供給して前記燃料ガス生成手段内部の雰囲気を水蒸気で置換する水蒸気供給手段をさらに具備し、前記発電終了後に、前記置換ガス供給手段により前記置換ガスを前記燃料ガス流路に注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記置換ガスで置換した後、前記燃料ガス生成手段の前記燃料ガス生成を停止させるとともに、前記水蒸気供給手段により前記燃料ガス生成手段内部に前記水蒸気を注入して前記燃料ガス生成手段内部の前記雰囲気を前記水蒸気で置換することを特徴とする請求項3記載の燃料電池発電システム。

【請求項5】 前記燃料ガス供給手段が、炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から水素リッチな燃料ガスを生成する燃料ガス生成手段と、前記燃料ガス生成手段に前記原料を供給する原料供給源とを含み、前記燃料ガス生成手段に水蒸気を供給して前記燃料ガス生成手段内部の雰囲気を前記水蒸気で置換する水蒸気供給手段をさらに具備し、前記発電終了後に、前記燃料ガス生成手段の前記燃料ガス生成を停止させるとともに、前記水蒸気供給手段により前記燃料ガス生成手段内部に前記

水蒸気を注入して前記燃料ガス生成手段内部の前記雰囲気を前記水蒸気で置換し、かつ、前記置換ガス供給手段により前記置換ガスを前記燃料ガス流路に注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記置換ガスで置換することを特徴とする請求項1記載の燃料電池発電システム。

【請求項6】 前記燃料ガス流路と前記燃料ガス生成手段とに空気を供給して、前記燃料ガス流路の前記雰囲気と前記燃料ガス生成手段内部の前記雰囲気とを前記空気で置換する空気供給手段をさらに具備し、前記燃料ガス流路に前記置換ガスを注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記置換ガスで置換するとともに、前記燃料ガス生成手段内部に前記水蒸気を注入して前記燃料ガス生成手段内部の前記雰囲気を前記水蒸気で置換した後に、前記燃料ガス流路と前記燃料ガス生成手段内部との両方に前記空気供給手段により前記空気を注入して、前記燃料ガス流路の前記雰囲気と前記燃料ガス生成手段内部の前記雰囲気とを前記空気で置換することを特徴とする請求項4または請求項5記載の燃料電池発電システム。

【請求項7】 前記空気供給手段による前記空気注入は、前記燃料ガス生成手段から前記燃料ガス流路へと直列に行なうことを特徴とする請求項6記載の燃料電池発電システム。

【請求項8】 前記空気供給手段による前記空気注入は、前記燃料ガス生成手段と前記燃料ガス流路とに並列に行なうことを特徴とする請求項6記載の燃料電池発電システム。

【請求項9】 前記燃料ガス生成手段が、少なくとも貴金属と金属酸化物を構成材料とする変成触媒体を設けた変成部と、前記変成部に少なくとも一酸化炭素と水蒸気を副成分として含む水素ガスを供給する水素ガス供給部とを具備する請求項6から請求項8のいずれかに記載の燃料電池発電システム。

【請求項10】 前記置換ガスが、硫黄成分を含まないことを特徴とする請求項1から請求項9のいずれかに記載の燃料電池発電システム。

【請求項11】 燃料極および酸化剤極を有する燃料電池と、炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から水素リッチな燃料ガスを生成する燃料ガス生成手段と、前記燃料ガス生成手段に前記原料を供給する原料供給源と、前記燃料ガス生成手段から前記燃料ガスを前記燃料極を含む前記燃料電池の燃料ガス流路に供給する燃料ガス供給手段と、前記原料供給源より前記燃料ガス生成手段をバイパスして前記原料を前記燃料ガス流路に原料ガスとして注入するバイパス手段とを具備し、前記燃料電池の発電開始前および発電終了後の少なくとも一方において、前記バイパス手段を経由して前記燃料ガス流路に前記原料ガスを注入して前記燃料ガス流路の雰囲気を前記原料ガスで置換するよう構成した燃料電池発電システム。

【請求項12】 前記燃料ガス流路に空気を供給して前記

記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記空気で置換する空気供給手段をさらに具備し、前記発電終了後に、前記バイパス手段により前記原料ガスを前記燃料ガス流路に注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記原料ガスで置換した後、前記空気供給手段により前記燃料ガス流路に前記空気を注入して、前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記空気で置換することを特徴とする請求項11記載の燃料電池発電システム。

【請求項13】 前記バイパス手段による前記燃料ガス流路への前記原料ガスの注入が終了するまで、前記燃料ガス生成手段は前記燃料ガス生成を行なうことを特徴とする請求項11記載の燃料電池発電システム。

【請求項14】 前記燃料ガス生成手段に水蒸気を供給して前記燃料ガス生成手段内部の雰囲気を前記水蒸気で置換する水蒸気供給手段をさらに具備し、前記発電終了後に、前記バイパス手段により前記原料ガスを前記燃料ガス流路に注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記原料ガスで置換した後、前記燃料ガス生成手段の前記燃料ガス生成を停止させるとともに、前記水蒸気供給手段により前記燃料ガス生成手段の前記内部に前記水蒸気を注入して前記燃料ガス生成手段内部の前記雰囲気を前記水蒸気で置換することを特徴とする請求項13記載の燃料電池発電システム。

【請求項15】 前記燃料ガス生成手段に水蒸気を供給して前記燃料ガス生成手段内部の雰囲気を前記水蒸気で置換する水蒸気供給手段をさらに具備し、前記発電終了後に、前記燃料ガス生成手段の前記燃料ガス生成を停止させるとともに、前記水蒸気供給手段により前記燃料ガス生成手段内部に前記水蒸気を注入して前記燃料ガス生成手段内部の前記雰囲気を前記水蒸気で置換し、かつ、前記バイパス手段により前記原料ガスを前記燃料ガス流路に注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記原料ガスで置換することを特徴とする請求項11記載の燃料電池発電システム。

【請求項16】 前記燃料ガス流路と前記燃料ガス生成手段とに空気を供給して、前記燃料ガス流路の前記雰囲気と前記燃料ガス生成手段内部の前記雰囲気とを前記空気に置換する空気供給手段をさらに具備し、前記燃料ガス流路に前記原料ガスを注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記原料ガスで置換するとともに、前記燃料ガス生成手段内部に前記水蒸気を注入して前記燃料ガス生成手段内部の前記雰囲気を前記水蒸気で置換した後に、前記燃料ガス流路と前記燃料ガス生成手段内部との両方に前記空気供給手段により前記空気を注入して、前記燃料ガス流路の前記雰囲気と前記燃料ガス生成手段内部の前記雰囲気とを前記空気で置換することを特徴とする請求項14または請求項15記載の燃料電池発電システム。

【請求項17】 前記空気供給手段による前記空気注入は、前記燃料ガス生成手段から前記燃料ガス流路へと直

列に行なうことを特徴とする請求項16記載の燃料電池発電システム。

【請求項18】 前記空気供給手段による前記空気注入は、前記燃料ガス生成手段と前記燃料ガス流路とに並列に行なうことを特徴とする請求項16記載の燃料電池発電システム。

【請求項19】 前記燃料ガス生成手段が、少なくとも貴金属と金属酸化物を構成材料とする変成触媒体を設けた変成部と、前記変成部に少なくとも一酸化炭素と水蒸気を副成分として含む水素ガスを供給する水素ガス供給部とを具備する請求項16から請求項18のいずれかに記載の燃料電池発電システム。

【請求項20】 前記原料供給源から供給される前記原料が、都市ガスから硫黄成分を除去してなるガスである請求項11から請求項19のいずれかに記載の燃料電池発電システム。

【請求項21】 燃料極および酸化剤極を有する燃料電池と、炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から水素リッチな燃料ガスを生成する燃料ガス生成手段と、前記燃料ガス生成手段に前記原料を供給する原料供給源と、前記燃料ガス生成手段から前記燃料ガスを前記燃料極を含む前記燃料電池の燃料ガス流路に供給する燃料ガス供給手段と、前記燃料ガス流路に炭素および水素を含む化合物を主成分とする置換ガスを供給して前記燃料ガス流路の雰囲気を前記置換ガスで置換する置換ガス供給手段とを具備する燃料電池発電システムであって、前記燃料電池発電システムの起動開始後から発電開始前までの間の任意の時間区間、前記置換ガス供給手段により前記燃料ガス流路に前記置換ガスを注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記置換ガスで置換することを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項22】 前記置換ガス供給手段が、前記原料供給源から前記燃料ガス生成手段をバイパスして前記原料を前記燃料ガス流路に前記置換ガスとして注入する手段である請求項21記載の燃料電池発電システム。

【請求項23】 前記燃料ガス生成手段において生成される燃料ガスに含まれる一酸化炭素濃度を検知する一酸化炭素濃度検知手段をさらに具備し、前記一酸化炭素濃度検知手段により検知される検知値が所定値を下回るまで、前記燃料ガス流路に前記置換ガスを注入することを特徴とする請求項21または請求項22記載の燃料電池発電システム。

【請求項24】 前記置換ガスが、硫黄成分を含まない請求項21から請求項23のいずれかに記載の燃料電池発電システム。

【請求項25】 前記原料供給源から供給される前記原料が、都市ガスから硫黄成分を除去してなるガスである請求項21から請求項24のいずれかに記載の燃料電池発電システム。

【請求項26】 燃料極を含む燃料ガス流路および酸化

剤極を含む酸化剤ガス流路を有する燃料電池の前記燃料ガス流路に燃料ガスを供給する燃料ガス供給工程と、前記燃料電池の発電開始前および発電終了後の少なくとも一方において、前記燃料ガス流路に炭素と水素を含む化合物を主成分とする置換ガスを注入して前記燃料ガス流路の雰囲気を前記置換ガスで置換する第1置換工程とを具備する燃料電池発電方法。

【請求項27】前記発電終了後に前記第1置換工程を実施した後、前記燃料ガス流路に空気を注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記空気で置換する第2置換工程を具備する請求項26記載の燃料電池発電方法。

【請求項28】前記燃料ガス供給工程が炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から水素リッチな燃料ガスを前記燃料ガスとして生成する燃料ガス生成工程を具備し、前記第1置換工程における前記燃料ガス流路への前記置換ガスの注入が終了するまで前記燃料ガス生成工程において前記燃料ガスが生成される請求項26記載の燃料電池発電方法。

【請求項29】前記燃料ガス供給工程が炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から燃料ガス生成手段により水素リッチな燃料ガスを前記燃料ガスとして生成する燃料ガス生成工程を含み、前記燃料ガス生成手段に水蒸気を供給して前記燃料ガス生成手段内部の雰囲気を前記水蒸気で置換する第3置換工程をさらに具備し、前記発電終了後に、前記燃料ガス生成手段による前記燃料ガス生成工程を停止させるとともに、前記第3置換工程と前記第1置換工程とを実施する請求項26記載の燃料電池発電方法。

【請求項30】炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から水素リッチな燃料ガスを生成する燃料ガス生成工程と、燃料極を含む燃料ガス流路および酸化剤極を含む酸化剤ガス流路を有する燃料電池の前記燃料ガス流路に前記燃料ガスを供給する燃料ガス供給工程と、前記原料を原料ガスとして直接前記燃料ガス流路に供給して前記燃料ガス流路の雰囲気を前記原料ガスで置換する第1置換工程とを具備し、前記燃料電池の発電開始前および発電終了後の少なくとも一方において前記第1置換工程が実施される燃料電池発電方法。

【請求項31】前記発電終了後に前記第1置換工程を実施した後、前記燃料ガス流路に空気を注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記空気で置換する第2置換工程を具備する請求項30記載の燃料電池発電方法。

【請求項32】前記第1置換工程における前記燃料ガス流路への前記原料ガスの注入が終了するまで前記燃料ガス生成工程において前記燃料ガスが生成される請求項30記載の燃料電池発電方法。

【請求項33】前記燃料ガス生成工程における前記燃料ガス生成は燃料ガス生成手段を用いて実施され、前記燃料ガス生成手段に水蒸気を供給して前記燃料ガス生成手段内部の雰囲気を前記水蒸気で置換する第3置換工程

をさらに具備し、前記発電終了後に、前記燃料ガス生成手段による前記燃料ガス生成工程を停止させるとともに、前記第3置換工程と前記第1置換工程とが実施される請求項30記載の燃料電池発電方法。

【請求項34】炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から水素リッチな燃料ガスを生成する燃料ガス生成工程と、燃料極を含む燃料ガス流路および酸化剤極を含む酸化剤ガス流路を有する燃料電池の前記燃料ガス流路に前記燃料ガスを供給する燃料ガス供給工程と、前記燃料ガス流路に炭素および水素を含む化合物を主成分とする置換ガスを注入して前記燃料ガス流路の雰囲気を前記置換ガスで置換する第1置換工程とを具備し、前記燃料電池の起動開始後から発電開始前までの間の任意の時間区間、前記第1置換工程が実施される燃料電池発電方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池を用いて発電を行う燃料電池発電システムおよび発電方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の燃料電池発電システムあるいは発電方法は、特開平3-257762号公報に示されるように、図20のような構成を用いていた。すなわち、燃料電池1と、天然ガスのような原料ガスから硫黄成分を除去する脱硫器3と、脱硫された原料ガスから水素リッチガスを発生させる燃料ガス生成部2の反応部2aと、反応部2aを加熱する加熱手段としてのバーナ2bと、燃料ガス生成部2の上流に、遮断弁6を有する窒素供給管7により接続された窒素設備5とを備え、燃料ガス生成部2で生成した燃料は改質ガス供給管8を介して燃料電池1の燃料極1aに供給し、残余の燃料は排水素接続管9を介してバーナ2bへ供給するようになっていた。燃料電池1の酸化剤極にはプロア4により空気が供給される。

【0003】一般的の燃料電池発電システムあるいは発電方法においては、発電運転を停止させる時は、まず原料ガスの供給を停止する。この時に生ずる現象を図20を用いて説明すると、燃料ガス生成部2から改質ガス供給管8および燃料電池1を経て排水素接続管9までの流路の中で、特に燃料極1aから排水素接続管9にかけての流路中に水素リッチガスが停留することになる。そのため、大気解離されたバーナ2bから自然対流によって水素リッチガス流路内に空気が流入した場合、水素が爆発する恐れがあった。

【0004】そこで、上記特開平3-257762号公報に記載され図20に示される燃料電池発電システムあるいは発電方法においては、発電運転停止時に遮断弁6を開き、窒素設備5から窒素供給管7を介して不活性ガスとしての窒素ガスを、燃料ガス生成部2から改質ガス

供給管8および燃料電池1を経て排水素接続管9までの流路の中で、特に燃料極1aから排水素接続管9にかけての燃料ガス流路に注入し、窒素ガスにより当該燃料ガス流路から水素リッチガスを排出させ、すなわちバージし、バージされた水素リッチガスをバーナ2bで燃焼させるようにしていた。このように、従来の燃料電池発電システムでは、窒素ガスによる水素リッチガスの燃料ガス流路からのバージ工程によって水素が爆発することを未然に防止し、安全性を確保していた。

【0005】

【特許文献1】特開平3-257762号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来の燃料電池発電システムあるいは発電方法では、上記の窒素ガスによるバージ工程のため窒素ボンベなどの窒素設備を具備する必要があり、例えば家庭用定置型分散発電や電気自動車用電源などに用いた場合、大きなスペースを必要とし、さらにイニシャルコストがかかるという問題がある。また、窒素ボンベを定期的に交換・補充する必要もあり、ランニングコストもかかるという問題がある。

【0007】また、燃料ガス生成部の起動時には、生成される燃料ガスには高濃度の一酸化炭素を含む。燃料電池が固体高分子電解質型燃料電池である場合、これは燃料電池の燃料極の触媒を被毒させる。しかし、従来の燃料電池発電システムあるいは発電方法では、起動時の高濃度の一酸化炭素を含む燃料ガスを燃料電池に供給しているため、燃料電池の燃料極の触媒被毒による性能劣化を引き起こす。

【0008】本発明は、上述のような従来の燃料電池発電システムあるいは発電方法が有する課題を考慮して、発電開始前および発電終了後に、窒素を用いないで燃料ガス流路から水素リッチガスをバージすることを可能とする燃料電池発電システムおよび発電方法を提供することを目的とする。また、システム運転の起動時において高濃度の一酸化炭素の燃料電池への流入防止を実現できる燃料電池発電システムおよび発電方法を提供することをも目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の方式に基づく燃料電池発電システムは、燃料極および酸化剤極を有する燃料電池と、前記燃料極を含む前記燃料電池の燃料ガス流路に燃料ガスを供給する燃料ガス供給手段と、前記酸化剤極を含む前記燃料電池の酸化剤ガス流路に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給手段と、前記燃料ガス流路に炭素および水素を含む化合物を主成分とする置換ガスを供給する置換ガス供給手段とを具備し、前記燃料電池の発電開始前および発電終了後の少なくとも一方において、前記置換ガス供給手段により前記置換ガスを前記燃料ガス流路に注入して前記燃料ガス流路の雰囲気を前記置換ガスで置換するように構成される。

10 【0010】この本発明の第1の方式による燃料電池発電システムは、前記燃料ガス流路に空気を供給して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を空気に置換する空気供給手段をさらに具備し、前記発電終了後に、前記置換ガス供給手段により前記置換ガスを前記燃料ガス流路に注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記置換ガスで置換した後、前記空気供給手段により前記燃料ガス流路に前記空気を注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記空気で置換するよう構成することが好ましい。

【0011】本発明の第1の方式に基づく燃料電池発電方法は、燃料極を含む燃料ガス流路および酸化剤極を含む酸化剤ガス流路を有する燃料電池の前記燃料ガス流路に燃料ガスを供給する燃料ガス供給工程と、前記燃料電池の発電開始前および発電終了後の少なくとも一方において、前記燃料ガス流路に炭素と水素を含む化合物を主成分とする置換ガスを注入して前記燃料ガス流路の雰囲気を前記置換ガスで置換する第1置換工程とを具備する。本発明の第1の方式に基づく燃料電池発電方法は、さらに、前記発電終了後に前記第1置換工程を実施した後、前記燃料ガス流路に空気を注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記空気で置換する第2置換工程を具備することが好ましい。

【0012】本発明の第2の方式に基づく燃料電池発電システムは、燃料極および酸化剤極を有する燃料電池と、炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から水素リッチな燃料ガスを生成する燃料ガス生成手段と、前記燃料ガス生成手段に前記原料を供給する原料供給源と、前記燃料ガス生成手段から前記燃料ガスを前記燃料極を含む前記燃料電池の燃料ガス流路に供給する燃料ガス供給手段と、前記原料供給源より前記燃料ガス生成手段をバイパスして前記原料を前記燃料ガス流路に原料ガスとして注入するバイパス手段とを具備し、前記燃料電池の発電開始前および発電終了後の少なくとも一方において、前記バイパス手段を経由して前記燃料ガス流路に前記原料ガスを注入して前記燃料ガス流路の雰囲気を前記原料ガスで置換するよう構成される。

【0013】この本発明の第2の方式において、前記燃料ガス流路に空気を供給して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記空気で置換する空気供給手段をさらに具備し、前記発電終了後に、前記バイパス手段により前記原料ガスを前記燃料ガス流路に注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記原料ガスで置換した後、前記空気供給手段により前記燃料ガス流路に前記空気を注入して、前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記空気で置換するよう構成することが好ましい。

【0014】本発明の第2の方式に基づく燃料電池発電方法は、炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から水素リッチな燃料ガスを生成する燃料ガス生成工程と、燃料極を含む燃料ガス流路および酸化剤極を含む酸化剤ガス流路を有する燃料電池の前記燃料ガス流路に

前記燃料ガスを供給する燃料ガス供給工程と、前記原料を原料ガスとして直接前記燃料ガス流路に供給して前記燃料ガス流路の雰囲気を前記原料ガスで置換する第1置換工程とを具備し、前記燃料電池の発電開始前および発電終了後の少なくとも一方において前記第1置換工程が実施される。この本発明の第2の方式の発電方法において、前記発電終了後に前記第1置換工程を実施した後、前記燃料ガス流路に空気を注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記空気で置換する第2置換工程を具備することが好ましい。

【0015】本発明の第3の方式に基づく燃料電池発電システムは、燃料極および酸化剤極を有する燃料電池と、炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から水素リッチな燃料ガスを生成する燃料ガス生成手段と、前記燃料ガス生成手段に前記原料を供給する原料供給源と、前記燃料ガス生成手段から前記燃料ガスを前記燃料極を含む前記燃料電池の燃料ガス流路に供給する燃料ガス供給手段と、前記燃料ガス流路に炭素および水素を含む化合物を主成分とする置換ガスを注入して前記燃料ガス流路の雰囲気を前記置換ガスで置換する置換ガス供給手段とを具備する燃料電池発電システムであって、前記燃料電池発電システムの起動開始後から発電開始前までの間の任意の時間区間、前記置換ガス供給手段により前記燃料ガス流路に前記置換ガスを注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記置換ガスで置換する。

【0016】本発明の第3の方式に基づく燃料電池発電方法は、炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から水素リッチな燃料ガスを生成する燃料ガス生成工程と、燃料極を含む燃料ガス流路および酸化剤極を含む酸化剤ガス流路を有する燃料電池の前記燃料ガス流路に前記燃料ガスを供給する燃料ガス供給工程と、前記燃料ガス流路に炭素および水素を含む化合物を主成分とする置換ガスを注入して前記燃料ガス流路の雰囲気を前記置換ガスで置換する第1置換工程とを具備し、前記燃料電池の起動開始後から発電開始前までの間の任意の時間区間、前記第1置換工程が実施される。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明の第1の方式に基づく燃料電池発電システムは、燃料極および酸化剤極を有する燃料電池と、前記燃料極を含む前記燃料電池の燃料ガス流路に燃料ガスを供給する燃料ガス供給手段と、前記酸化剤極を含む前記燃料電池の酸化剤ガス流路に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給手段と、前記燃料ガス流路に炭素および水素を含む化合物を主成分とする置換ガスを供給する置換ガス供給手段とを具備し、前記燃料電池の発電開始前および発電終了後の少なくとも一方において、前記置換ガス供給手段により前記置換ガスを前記燃料ガス流路に注入して前記燃料ガス流路の雰囲気を前記置換ガスで置換するように構成する。

【0018】同様に、本発明の第1の方式に基づく燃料

電池発電方法は、燃料極を含む燃料ガス流路および酸化剤極を含む酸化剤ガス流路を有する燃料電池の前記燃料ガス流路に燃料ガスを供給する燃料ガス供給工程と、前記燃料電池の発電開始前および発電終了後の少なくとも一方において、前記燃料ガス流路に炭素と水素を含む化合物を主成分とする置換ガスを注入して前記燃料ガス流路の雰囲気を前記置換ガスで置換する第1置換工程とを具備する。これらの発電システムおよび発電方法においては、燃料電池の発電開始前および／または発電終了後に置換ガスで燃料電池の燃料極を含む燃料ガス流路の雰囲気をバージすることにより、燃料電池の内部に残留する燃料ガスが空気と触れる危険は無く、燃料ガスが燃料電池の内部で爆発する恐れもない。

【0019】この本発明第1の方式の発電システムの好ましい態様においては、前記燃料ガス流路に空気を供給して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を空気に置換する空気供給手段をさらに具備し、前記発電終了後に、前記置換ガス供給手段により前記置換ガスを前記燃料ガス流路に注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記置換ガスで置換した後、前記空気供給手段により前記燃料ガス流路に前記空気を注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記空気で置換する。

【0020】同様に、この本発明の第1の方式の発電方法の好ましい態様においては、前記発電終了後に前記第1置換工程を実施した後、前記燃料ガス流路に空気を注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記空気で置換する第2置換工程を具備する。これらの発電システムおよび発電方法の態様においては、燃料極を含む燃料ガス流路の雰囲気を置換ガスでバージした後、さらにその置換ガスを空気でバージするため、運転終了時には、燃料電池は非常に安全な状態で保持できる。また、燃料ガスと空気が接することもないので、燃料電池の内部で爆発する恐れもない。

【0021】本発明の第1の方式の発電システムの他の好ましい態様においては、前記燃料ガス供給手段が、炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から水素リッチな燃料ガスを生成する燃料ガス生成手段と、前記燃料ガス生成手段に前記原料を供給する原料供給源とを含み、前記置換ガス供給手段による前記燃料ガス流路への前記置換ガスの注入が終了するまで、前記燃料ガス生成手段は前記燃料ガス生成を行なう。

【0022】同様に、本発明の第1の方式の発電方法の他の好ましい態様においては、前記燃料ガス供給工程が炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から水素リッチな燃料ガスを前記燃料ガスとして生成する燃料ガス生成工程とを具備し、前記第1置換工程における前記燃料ガス流路への前記置換ガスの注入が終了するまで前記燃料ガス生成工程において前記燃料ガスが生成される。これらの発電システムおよび発電方法の態様によれば、燃料極を含む燃料ガス流路の雰囲気の置換ガスによ

11

る置換が終了するまで、燃料ガス生成手段における反応部を加熱するバーナでの安定燃焼、すなわち安定した燃料ガス生成工程が実現できる。

【0023】本発明の第1の方式の発電システムあるいは発電方法のさらに他の好ましい態様においては、炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から水素リッチな燃料ガスを生成する燃料生成手段を水蒸気で置換する水蒸気供給手段あるいは水蒸気による置換工程（第3置換工程）を具備する。そして、燃料電池の発電終了後に、置換ガス供給手段により置換ガスを燃料電池の燃料極を含む燃料ガス流路に注入してその燃料ガス流路を置換ガスで置換した後、燃料ガス生成手段の燃料ガス生成を停止させるとともに水蒸気供給手段により燃料ガス生成手段に水蒸気を注入する。または、燃料電池の発電終了後に、燃料ガス生成手段の燃料ガス生成を停止させるとともに水蒸気供給手段により燃料ガス生成手段内部に水蒸気を注入し、かつ、置換ガス供給手段により置換ガスを燃料電池の前記燃料ガス流路に注入する。すなわち、燃料ガス生成を停止させるとともに、前記第3置換工程と前記第1置換工程を実施する。

【0024】これらの発電システムあるいは発電方法の態様によれば、燃料ガス生成手段内部の雰囲気を水蒸気でバージすることにより、燃料ガス流路には可燃ガスがほぼ残存することがない。水蒸気を燃料ガス生成手段に注入することにより、燃料ガス生成手段の冷却が促進され、運転終了までの時間を短縮することができる。燃料ガス生成手段への水蒸気注入と、燃料電池の燃料極を含む燃料ガス流路への置換ガス注入を独立して行うことにより、置換のための時間を短縮できる。

【0025】本発明の第1の方式の他の好ましい態様においては、燃料電池の燃料極を含む燃料ガス流路および燃料ガス生成手段に空気を供給して、前記燃料ガス流路の雰囲気と前記燃料ガス生成手段内部の雰囲気を空気に置換する空気供給手段を具備し、その燃料ガス流路に前記置換ガスを供給するとともに前記燃料ガス生成手段に水蒸気を注入した後に、燃料ガス流路と燃料ガス生成手段内部の両方に空気供給手段により空気を注入する。これにより、燃料ガス流路と燃料ガス生成手段内部の両方の雰囲気を空気で置換することができる。

【0026】ここで、前記空気供給手段による空気注入は、燃料ガス生成手段から燃料電池の燃料ガス流路へと直列に行なう。または、前記空気供給手段による空気注入は、燃料ガス生成手段と燃料電池の燃料ガス流路とに並列に行なう。前者によれば、燃料ガス流路の上流から順次流路に沿って下流へと空気で置換することができる。また、後者によれば、燃料ガス流路全体を短時間で空気に置換することができる。

【0027】さらに本発明の第1の方式の他の態様においては、前記燃料ガス生成手段が、少なくとも貴金属と金属酸化物を構成材料とする変成触媒体を設けた変成部

12

と、前記変成部に少なくとも一酸化炭素と水蒸気を副成分として含む水素ガスを供給する水素ガス供給部を具備する。これにより、前記燃料ガス生成手段内部の耐酸化性が高まるため、当該内部に空気を注入しても、その酸化の問題が生じにくい。

【0028】本発明の第2の方式に基づく燃料電池発電システムは、燃料極および酸化剤極を有する燃料電池と、炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から水素リッチな燃料ガスを生成する燃料ガス生成手段

10 と、前記燃料ガス生成手段に前記原料を供給する原料供給源と、前記燃料ガス生成手段から前記燃料ガスを前記燃料極を含む前記燃料電池の燃料ガス流路に供給する燃料ガス供給手段と、前記原料供給源より前記燃料ガス生成手段をバイパスして前記原料を前記燃料ガス流路に原料ガスとして注入するバイパス手段とを具備し、前記燃料電池の発電開始前および発電終了後の少なくとも一方において、前記バイパス手段を経由して前記燃料ガス流路に前記原料ガスを注入して前記燃料ガス流路の雰囲気を前記原料ガスで置換するように構成される。

20 【0029】同様に、本発明の第2の方式に基づく燃料電池発電方法は、炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から水素リッチな燃料ガスを生成する燃料ガス生成工程と、燃料極を含む燃料ガス流路および酸化剤極を含む酸化剤ガス流路を有する燃料電池の前記燃料ガス流路に前記燃料ガスを供給する燃料ガス供給工程と、前記原料を原料ガスとして直接前記燃料ガス流路に供給して前記燃料ガス流路の雰囲気を前記原料ガスで置換する第1置換工程とを具備し、前記燃料電池の発電開始前および発電終了後の少なくとも一方において前記第1置換工程が実施される。

【0030】これらの発電システムおよび発電方法においては、燃料電池の発電開始前および／または発電終了後に、原料ガスで燃料電池の燃料極を含む燃料ガス流路の雰囲気をバージすることにより、燃料電池の内部に残留する燃料ガスが空気と触れる危険は無く、燃料ガスが燃料電池の内部で爆発する恐れもない。また、バージを要する雰囲気をバージするためのガスを原料と同じ供給源から供給するので、簡潔で効率的なシステムとすることができる。

40 【0031】本発明の第2の方式の発電システムの好ましい態様においては、前記燃料ガス流路に空気を供給して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記空気で置換する空気供給手段をさらに具備し、前記発電終了後に、前記バイパス手段により前記原料ガスを前記燃料ガス流路に注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記原料ガスで置換した後、前記空気供給手段により前記燃料ガス流路に前記空気を注入して、前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記空気で置換する。

【0032】同様に、本発明の第2の方式の燃料電池発電方法の好ましい態様においては、前記発電終了後に前

記第1置換工程を実施した後、前記燃料ガス流路に空気を注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記空気で置換する第2置換工程を具備する。これらの発電システムあるいは発電方法の態様によれば、燃料極を含む燃料ガス流路の雰囲気を原料ガスでバージした後、さらにその原料ガスを空気でバージするため、運転終了時には、燃料電池は非常に安全な状態で保持できる。また、燃料ガスと空気が接することもないので、燃料電池の内部で爆発する恐れもない。

【0033】本発明の第2の方式の発電システムの好ましい他の態様においては、前記バイパス手段による前記燃料ガス流路への前記原料ガスの注入が終了するまで、前記燃料ガス生成手段は前記燃料ガス生成を行なう。同様に、本発明の第2の方式の発電方法の好ましい他の態様においては、前記第1置換工程における前記燃料ガス流路への前記原料ガスの注入が終了するまで前記燃料ガス生成工程において前記燃料ガスが生成される。これらの発電システムあるいは発電方法の態様によれば、燃料極を含む燃料ガス流路の置換ガスによる置換が終了するまで、燃料ガス生成手段における反応部を加熱するバーナでの安定燃焼、すなわち安定した燃料ガス生成工程を実現できる。

【0034】本発明の第2の方式の発電システムの好ましいさらに他の態様においては、前記燃料ガス生成手段に水蒸気を供給して前記燃料ガス生成手段内部の雰囲気を前記水蒸気で置換する水蒸気供給手段をさらに具備し、前記発電終了後に、前記バイパス手段により前記原料ガスを前記燃料ガス流路に注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記原料ガスで置換した後、前記燃料ガス生成手段の前記燃料ガス生成を停止させるとともに、前記水蒸気供給手段により前記燃料ガス生成手段に前記水蒸気を注入して前記燃料ガス生成手段内部の前記雰囲気を前記水蒸気で置換する。

【0035】または、燃料ガス生成手段内部の雰囲気を水蒸気で置換する水蒸気供給手段をさらに具備し、前記発電終了後に、前記燃料ガス生成手段の燃料ガス生成を停止させるとともに、前記水蒸気供給手段により前記燃料ガス生成手段内部に水蒸気を注入し、かつ、前記バイパス手段により前記原料ガスを前記燃料ガス流路に注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記原料ガスで置換する。

【0036】同様に、本発明の第2の方式の発電方法の好ましいさらに他の態様においては、前記燃料ガス生成工程における前記燃料ガス生成は燃料ガス生成手段を用いて実施され、前記燃料ガス生成手段に水蒸気を供給して前記燃料ガス生成手段内部の雰囲気を前記水蒸気で置換する第3置換工程をさらに具備し、前記発電終了後に、前記燃料ガス生成手段による前記燃料ガス生成工程を停止させるとともに、前記第3置換工程と前記第1置換工程とが実施される。

【0037】これらの発電システムあるいは発電方法の態様によれば、燃料ガス生成手段の内部雰囲気を水蒸気でバージすることにより、燃料ガス流路には可燃ガスがほぼ残存することがない。水蒸気を燃料ガス生成手段内部に注入することにより、燃料ガス生成手段の冷却が促進され、運転終了までの時間を短縮することができる。燃料ガス生成手段内部への水蒸気注入と、燃料電池の燃料極を含む燃料ガス流路への置換ガス注入を独立して行うことにより、置換のための時間を短縮できる。

【0038】本発明の第2の方式のさらには他の好ましい態様においては、前記燃料ガス流路と前記燃料ガス生成手段とに空気を供給して、前記燃料ガス流路の前記雰囲気と前記燃料ガス生成手段内部の前記雰囲気とを前記空気に置換する空気供給手段をさらに具備し、前記燃料ガス流路に前記原料ガスを供給して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記原料ガスで置換するとともに、前記燃料ガス生成手段内部に前記水蒸気を注入して前記燃料ガス生成手段内部の前記雰囲気を前記水蒸気で置換した後に、前記燃料ガス流路と前記燃料ガス生成手段内部との両方に前記空気供給手段により前記空気を注入して、前記燃料ガス流路の前記雰囲気と前記燃料ガス生成手段内部の前記雰囲気とを前記空気で置換する。

【0039】これにより、システム内部の原料および燃料ガスの流路全体を空気で置換することができる。ここで、前記空気供給手段による空気注入の好ましい態様においては、燃料ガス生成手段から前記燃料ガス流路へと直列に行なう。または、前記空気供給手段による空気注入の他の好ましい態様においては、燃料ガス生成手段と前記燃料ガス流路とに並列に行なう。前者によれば、燃料ガス流路の上流から順次流路に沿って下流へと空気で置換することができる。また、後者によれば、燃料ガス流路全体を短時間で空気に置換することができる。

【0040】本発明の第2の方式の他の態様においては、前記燃料ガス生成手段が、少なくとも貴金属と金属酸化物を構成材料とする変成触媒体を設けた変成部と、前記変成部に少なくとも一酸化炭素と水蒸気を副成分として含む水素ガスを供給する水素ガス供給部を具備する。これにより、前記燃料ガス生成手段内部の耐酸化性が高まるため、当該内部に空気を注入しても、その酸化の問題が生じにくい。

【0041】本発明の第3の方式に基づく燃料電池発電システムは、燃料極および酸化剤極を有する燃料電池と、炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から水素リッチな燃料ガスを生成する燃料ガス生成手段と、前記燃料ガス生成手段に前記原料を供給する原料供給源と、前記燃料ガス生成手段から前記燃料ガスを前記燃料極を含む前記燃料電池の燃料ガス流路に供給する燃料ガス供給手段と、前記燃料ガス流路に炭素および水素を含む化合物を主成分とする置換ガスを注入して前記燃料ガス流路の雰囲気を前記置換ガスで置換する置換ガス

供給手段とを具備する燃料電池発電システムであって、前記燃料電池発電システムの起動開始後から発電開始前までの間の任意の時間区間、前記置換ガス供給手段により前記燃料ガス流路に前記置換ガスを注入して前記燃料ガス流路の前記雰囲気を前記置換ガスで置換する。

【0042】また、本発明の第3の方式の好ましい態様においては、前記置換ガス供給手段が、前記原料供給源から前記燃料ガス生成手段をバイパスして前記原料を前記燃料ガス流路に前記置換ガスとして注入する手段である。同様に、本発明の第3の方式に基づく燃料電池発電方法は、炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料から水素リッチな燃料ガスを生成する燃料ガス生成工程と、燃料極を含む燃料ガス流路および酸化剤極を含む酸化剤ガス流路を有する燃料電池の前記燃料ガス流路に前記燃料ガスを供給する燃料ガス供給工程と、前記燃料ガス流路に炭素および水素を含む化合物を主成分とする置換ガスを注入して前記燃料ガス流路の雰囲気を前記置換ガスで置換する第1置換工程とを具備し、前記燃料電池の起動開始後から発電開始前までの間の任意の時間区間、前記第1置換工程が実施される。

【0043】これらの発電システムもしくはその態様、あるいは発電方法によれば、燃料電池の内部に残留する燃料ガスが空気と触れる危険は無く、燃料ガスが燃料電池の内部で爆発する恐れもない。燃料ガス生成手段の運転初期において高濃度の一酸化炭素を含む燃料ガスが拡散により燃料極を含む燃料ガス流路に流入して燃料極が被毒する問題を防止することができる。

【0044】上記の本発明の各方式および各態様におけるさらなる態様によれば、前記燃料ガス生成手段において生成される燃料ガスに含まれる一酸化炭素濃度を検知する一酸化炭素濃度検知手段をさらに具備し、前記一酸化炭素濃度検知手段により検知される検知値が所定値を下回るまで、前記燃料極を含む燃料ガス流路に置換ガスまたは置換ガスとしての原料ガスを注入する。これにより、燃料ガス生成手段の運転初期において高濃度の一酸化炭素を含む燃料ガスが拡散により燃料ガス流路に流入して燃料極が被毒する問題を防止することができる。

【0045】また、本発明の各方式および各態様において、好ましい置換ガスは、硫黄成分を含まない。これにより、燃料極の触媒の被毒を防止することができる。さらに本発明の各方式および各態様において、原料供給源から供給される好ましい原料は、都市ガスをそれに含まれる硫黄成分を除去してなるガスである。これにより、原料を簡便に利用することができるとともに、燃料極の触媒の被毒を防止することができる。以下に、本発明の実施形態を図面を参照しながら説明する。

【0046】《実施形態1》図1は、本発明の実施形態1における燃料電池発電システムの構成を示す。本実施形態における燃料電池発電システムは、燃料電池11、燃料電池の燃料極11aに燃料ガスを供給する燃料供給

部、燃料電池の酸化剤極に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給部、および都市ガスから硫黄成分を除去した脱硫ガスを、置換ガスとして、燃料ガス供給管10に供給するための脱硫ガス供給管12を備える。この置換ガスは、炭化水素などの炭素と水素を含む化合物を主成分とする。

【0047】さらに、脱硫ガス供給管12には、都市ガスなど硫黄成分を含む置換ガスの原料から硫黄成分を除去する脱硫器13と、脱硫ガスの供給・遮断を行なうための開閉弁14を備える。本実施形態では、原料として炭素と水素を含む化合物を主成分とする都市ガスを用いる。代表的な都市ガスは、大部分がメタンであり、一部ブタンを含む。

【0048】本実施形態における燃料電池発電システムの動作を説明する。発電を行なう場合、まず開閉弁14を開とし、都市ガスの硫黄成分を脱硫器13で除去した脱硫ガスを脱硫ガス供給管12から燃料ガス供給管10を通じて燃料電池11の燃料極11aに注入する。これによって、燃料電池の燃料極およびその近傍に残存するガスを燃料電池11の外部に排出し、燃料極11aを含む燃料電池内部の燃料ガス流路の雰囲気を脱硫ガスでバージする。なお、本明細書においてバージとは、排出させることを意味し、さらに別の表現をすれば、ある空間に存在するガスなどの既存物質をバージ用のガスなどの物質により置換することを意味する。

【0049】燃料極11aを含む燃料ガス流路内部雰囲気の脱硫ガスによるバージが完了すると、開閉弁14を閉として脱硫ガスの供給を止め、燃料電池11に燃料ガスと酸化剤ガスを供給し、発電を行なう。発電を停止するときは、まず燃料電池11への燃料ガスと酸化剤ガスの供給を止める。次いで、開閉弁14を開とし、発電を行なう前と同様に、燃料電池11の燃料極11aに脱硫ガスを注入することで、未反応の燃料ガスを燃料電池11の外部に排出し、燃料極11aを含む燃料電池の燃料ガス流路の内部雰囲気を脱硫ガスでバージする。

【0050】燃料電池11の燃料極11aに供給する燃料ガスは水素リッチなガスであり、空気と直接触れると爆発する恐れがある。燃料電池11の発電をしばらく停止している場合、燃料電池11の燃料極11aには管等から外部の空気が流入してくる。しかし、本実施形態に示す燃料電池発電システムの構成をとると、発電開始前には燃料電池11の燃料極11aを含む燃料ガス流路の雰囲気をまず脱硫ガスでバージし、その後に燃料ガスを燃料電池11の燃料極11aに供給し、発電終了時には燃料ガスを燃料電池11の燃料極11aに供給するのを止めた後に、脱硫ガスで燃料電池11の燃料極11aを含む燃料ガス流路の雰囲気をバージする。

【0051】このため、燃料電池11の内部に残留する燃料ガスが空気と触れる危険は無く、燃料ガスが燃料電池11の内部で爆発する恐れもない。すなわち、本実施

形態に示す燃料電池発電システムの構成によると、燃料電池の発電において、安全な起動・停止を窒素供給なしで実現することができる。なお、一般的に、水素ガスと空気との混合ガスにおいて、水素ガスが4～75容積%の範囲が可燃範囲であることが知られている。場合により、当該可燃範囲にある場合でも燃焼あるいは爆発しない場合もあるが、当該可燃範囲の状態が発生することを避けるべきである。したがって、上記のバージ工程の途中、あるいは以下の実施形態のバージ工程の途中においても、そのような水素ガスが可燃範囲に入ることのないように留意する必要がある。

【0052】ここでは、発電開始前と発電終了後の両方に燃料電池の燃料極を含む燃料ガス流路の雰囲気を脱硫ガスでバージするバージ工程を説明した。しかし、発電開始前ののみのバージについては上記動作説明に示した発電開始前の同バージ効果が、また、発電終了後ののみのバージについては上記動作説明に示した発電終了後の同バージ効果が、それぞれ独立して得られる。

【0053】《実施形態2》図2は、本発明の実施形態2における燃料電池発電システムを示す構成図である。本実施形態における燃料電池発電システムは、まず燃料ガスと酸化剤ガスを用いて発電を行う燃料電池11と、都市ガスを代表とする炭化水素などの炭素と水素を含む化合物を主成分とし、硫黄成分を含む原料としてのガスから、硫黄成分を除去する脱硫器16とを具備する。

【0054】本実施形態では原料ガスとして都市ガスを用いる。本実施形態における燃料電池発電システムはさらに、脱硫された都市ガスを水蒸気改質して水素リッチな燃料ガスを生成する反応部15aと改質反応を行なうための加熱手段としてのバーナ15bとで構成される燃料ガス生成部15と、燃料電池11に燃料ガスを供給する燃料ガス供給管19と、残余燃料ガスをバーナ15bに供給するための残余燃料ガス管20と、燃料電池11に酸化剤ガスとしての空気を供給するプロア17と、都市ガスから硫黄成分を除去した脱硫ガスを燃料ガス供給管19に供給するための脱硫ガス供給管12を備える。さらに脱硫ガス供給管12には、都市ガスから硫黄成分を除去する脱硫器13と、脱硫ガスの供給・遮断を行なうための開閉弁14を備える。

【0055】また、燃料ガス供給管19から、残余燃料ガス管20への燃料電池バイパス管21を備え、流路切換弁18により燃料ガス生成部15からの燃料ガスを燃料電池11に供給し、または燃料電池バイパス管21より排気を行なう。更に残余燃料ガス管20の燃料電池バイパス管21との合流部より上流には開閉弁22を備える。さらに必要に応じて、燃料ガス生成部15で生成される燃料ガス内の一酸化炭素濃度を検知する一酸化炭素濃度検知手段32と、その一酸化炭素濃度検知手段32により検知される検知値に基づいて開閉弁14の開閉を制御するための制御部33とが備えられている。

【0056】図2に示す本実施形態における燃料電池発電システムと図3に示す本実施形態の具体的な脱硫ガスによるバージ工程を含む起動方法の第1の例のフロー図を参照し、本実施形態における燃料電池発電システムの起動動作の一例を説明する。燃料電池発電システムの発電開始前に、まず流路切換弁18により燃料ガスが燃料電池バイパス管21を流れるように流路を切り換える。ついで、開閉弁14および22を開とし、脱硫器13により都市ガスから硫黄成分を除去された脱硫ガスを脱硫ガス供給管12から燃料ガス供給管19に注入することにより、燃料電池11の燃料極11aおよび流路切換弁18より下流の燃料ガス供給管19の内部雰囲気と、開閉弁22より上流の残余燃料ガス管20の内部雰囲気とを脱硫ガスでバージする。

【0057】この脱硫ガスでのバージが完了すると、開閉弁14および22を閉とする。その後、脱硫器16で硫黄成分を除去された脱硫ガスを燃料ガス生成部15に供給し、燃料ガスの成分が燃料電池11の発電可能な状態になった後、開閉弁22を開とし、流路切換弁18により燃料ガス流路を燃料電池11に接続し、燃料電池11の燃料極11aに燃料ガスを供給する。同時にプロア17により空気を燃料電池11の空気極に供給することにより、発電を行なう。

【0058】燃料電池11の燃料極11aに供給する燃料ガスは水素リッチなガスであり、空気と直接触れると爆発する恐れがある。しかし、本実施形態におけるバージ工程を行なうと、発電開始前には流路切換弁18から開閉弁22までの間の燃料ガス流路の雰囲気を脱硫ガスでバージした後、発電時に燃料ガスを燃料電池11の燃料極11aに供給して発電を行なう。

【0059】従って、運転開始前、すなわちバージ工程前の燃料電池11の燃料極11aに残留するガスに空気が含まれていても、その空気と燃料ガスが触れる危険は無く、それによって燃料ガスが燃料電池11の内部で爆発する恐れもない。すなわち、本実施形態に示す燃料電池発電システムの構成と本実施形態の具体的な脱硫ガスによる燃料ガス流路の雰囲気のバージ工程によると、燃料電池発電システムの運転において、安全な起動を窒素供給なしで実現することができる。

【0060】次に、図2に示す構成の燃料電池発電システムと図4に示す本実施形態の脱硫ガスによるバージ工程を含む運転停止方法のフロー図を参照し、本実施形態2における燃料電池発電システムの運転停止動作の一例を説明する。燃料電池発電システムの発電終了時には、まず流路切換弁18により、燃料ガス流路を燃料電池バイパス管21に接続し、原料ガスである都市ガスの供給を停止する。ついで、開閉弁14を開き、脱硫ガスを燃料ガス供給管19に注入し、流路切換弁18から開閉弁22までの間の流路の雰囲気を脱硫ガスでバージする。

【0061】このバージ工程が完了すると、開閉弁14

と開閉弁22を閉じ、運転を終了する。燃料電池11の燃料極11aに供給する燃料ガスは水素リッチなガスであり、空気と直接触れると爆発する恐れがある。しかし、本実施形態におけるバージ工程を行なうと、発電終了後には燃料ガスを燃料電池11の燃料極11aに供給するのを止めた後に、脱硫ガスで流路切換弁18から開閉弁22までの間の流路雰囲気をバージするため、燃料電池11の燃料極11aに燃料ガスがほぼ残留することがない。

【0062】そのため燃料電池11の燃料極11a内部に空気が流入してきたとしても、燃料ガスが残存しないため燃料電池11の内部で爆発する恐れもない。すなわち、本実施形態に示す燃料電池の構成と本実施形態の具体的なバージ工程によると、燃料電池発電システムの運転において、安全な運転停止を窒素供給なしで実現することができる。本バージ工程では、バージ完了時に開閉弁22を閉じるとしたが、特に開閉弁22を開けた状態で運転を終了してもよい。

【0063】次に、図2に示す本実施形態の燃料電池発電システムと図5に示す本実施形態の具体的な脱硫ガスによるバージ工程を含む起動方法の第2の例のフロー図を参照し、本実施形態における燃料電池発電システムの起動動作の別例を説明する。この燃料電池発電システムには、開閉弁22は必ずしも必要ではない。しかし、動作の説明では、常に開閉弁22を開いて設置した構成で説明する。

【0064】燃料電池発電システムの発電開始前に、まず流路切換弁18により燃料ガスが燃料電池バイパス管21を流れるように流路を切り換える。ついで、開閉弁14を開き、脱硫器13により都市ガスから硫黄成分を除去された脱硫ガスを脱硫ガス供給管12から燃料ガス供給管19に注入することにより、燃料電池11の燃料極11aと流路切換弁18より下流の燃料ガス供給管19の内部雰囲気と開閉弁22より上流の残余燃料ガス管20の内部雰囲気を脱硫ガスでバージする。

【0065】脱硫ガスでのバージ工程が完了すると、脱硫器16で硫黄成分を除去された脱硫ガスを燃料ガス生成部15に供給し、燃料ガスの成分が燃料電池11の発電可能な状態になった後、開閉弁14を閉じることにより脱硫ガスの供給を停止する。次いで、流路切換弁18により燃料ガスを燃料電池11に供給し、同時にプロア17により空気を燃料電池11に供給することにより、発電を行なう。

【0066】上記の第2の例のフロー図に基づき説明した起動方法を行なうと、図3の第1の例のフロー図に示した起電方法で説明した効果とともに、以下の効果も得られる。すなわち、燃料電池発電システムの起動時には、燃料ガス生成部15で生成される燃料ガスには高濃度の一酸化炭素を含んでいるから、もしこれが燃料極に流入すると、燃料極を被毒することになる。しかし、上

記のように、起動時は脱硫ガスを燃料ガス供給管19に注入するので、高濃度の一酸化炭素を含む燃料ガスが燃料電池バイパス管21から解放中の開閉弁22を経て燃料極へ拡散的に流入することを防ぐことが実現できる。

【0067】ゆえに、本実施形態の具体例の起動方法によると、燃料電池発電システムの運転において、安全な起動を窒素供給なしで実現することができるとともに、起動時における燃料電池11の燃料極11aの一酸化炭素被毒を防ぐことを実現することができる。前記の燃料電池発電システムにおいては、必要に応じてさらに、燃料ガス生成部15で生成される燃料ガス内の一酸化炭素濃度を検知する一酸化炭素濃度検知手段32と、当該一酸化炭素濃度検知手段32により検知される検知値に基づいて開閉弁14の開閉を制御するための制御部33とが、さらに備えられる。

【0068】その一酸化炭素濃度検知手段32により検知される検知値が所定値を下回るまで開閉弁14を開いて燃料極11aに脱硫ガスを注入し、検知量が所定値を下回った後は開閉弁14を閉として脱硫ガスの注入を停止するように制御部33を設定することにより、燃料電池11に一酸化炭素が拡散的に流入することを防ぎ、脱硫ガスの使用量を適切に管理することができる。なお、上記の動作の説明では、開閉弁22は常に開いたが、開閉弁22を除去した構成においても同様の効果を得られるとともに、部品を減らすことによりコストダウンが実現される。

【0069】《実施形態3》図6は、本発明の実施形態3における燃料電池発電システムを示す構成図である。実施形態2を示す図2と同様の構成要素については、同一符号を付与し、その説明を省略する。23は、都市ガスを代表とする炭化水素などの炭素と水素の化合物を主成分とし硫黄成分を含む原料としてのガスから硫黄成分を脱硫器16により除去した脱硫ガスを、燃料ガス生成部15をバイパスして直接燃料電池11に供給するための燃料ガス生成部バイパス管である。本実施形態では、原料ガスとして都市ガスを用いる。

【0070】燃料ガス生成部バイパス管23には、開閉弁24を備える。さらに、原料ガスとしての脱硫ガスを燃料ガス生成部15へ供給する管には、原料ガスの供給停止を行なう原料ガス供給弁25を有する。さらに必要に応じて、燃料ガス生成部15で生成される燃料ガス内の一酸化炭素濃度を検知する一酸化炭素濃度検知手段32と、その一酸化炭素濃度検知手段32により検知される検知値に基づいて開閉弁24の開閉を制御するための制御部34とが備えられている。

【0071】図6に示す燃料電池発電システムと図7に示す具体的な起電方法の第1の例のフロー図を参照し、本実施形態3における燃料電池発電システムの起電動作の一例を説明する。燃料電池発電システムの発電開始前に、まず流路切換弁18により燃料ガスが燃料電池バイ

21

バス管21を流れるように流路を切り換える。ついで、開閉弁24と開閉弁22を開き、原料ガス供給弁25を閉とし、脱硫器16により都市ガスなどの原料としてのガスから硫黄成分を除去された脱硫ガスを燃料ガス生成部バイパス管23から燃料ガス供給管19に注入することより、燃料電池11の燃料極11aと、流路切換弁18より下流の燃料ガス供給管19の内部雰囲気と、開閉弁22より上流の残余燃料ガス管20の内部雰囲気を脱硫ガスでバージする。

【0072】脱硫ガスでのバージ工程が完了すると、開閉弁24と開閉弁22を閉とし、その後、原料ガス供給弁25を開き原料ガスを燃料ガス生成部15に供給する。そして、燃料ガスの成分が燃料電池11の発電可能な状態になった後、開閉弁22を開とし、流路切換弁18により燃料ガスを燃料電池11に供給し、同時にプロア17により空気を燃料電池11に供給することにより、発電を行なう。

【0073】前記の脱硫ガスによるバージ工程を行なうと、発電開始前には流路切換弁18から開閉弁22までの間の燃料ガス流路の雰囲気を脱硫ガスでバージした後、発電時に燃料ガスを燃料電池11の燃料極11aに供給して発電を行なうので、運転開始前、すなわちバージ工程前の燃料電池11の燃料極11aを含む燃料ガス流路に残留するガスに空気が含まれていても、その空気と燃料ガスが触れる危険は無く、それによって燃料ガスが燃料電池11の内部で爆発する恐れもない。

【0074】さらに、バージを要する雰囲気をバージするための脱硫ガスを原料ガスと同じ供給源より使用することで、より簡潔で効果的なシステムを実現できる。すなわち、本実施形態に示す燃料電池発電システムの構成と本実施形態の具体的なバージ工程によると、燃料電池発電システムの運転において、より効果的なシステムで安全な起動を窒素供給なしで実現することができる。

【0075】次に、図6に示す本実施形態の燃料電池発電システムと図8に示す本実施形態の具体的な運転停止方法の第1の例のフロー図を参照し、本実施形態における燃料電池発電システムの運転停止動作の一例を説明する。燃料電池発電システムの発電終了時には、まず流路切換弁18により、燃料ガス流路を燃料電池バイパス管21に接続し、原料ガス供給弁25を閉じることにより原料ガスの供給を停止する。ついで、開閉弁24を開き、脱硫器16により脱硫された脱硫ガスを燃料ガス生成部バイパス管23から燃料ガス供給管19に注入し、流路切換弁18から開閉弁22までの間の燃料ガス流路の雰囲気を脱硫ガスでバージする。

【0076】このバージ工程が完了すると、開閉弁24と開閉弁22を閉じ、運転を終了する。燃料電池11の燃料極11aに供給する燃料ガスは水素リッチなガスであり、空気と直接触れると爆発する恐れがある。しかし、前記のバージ工程を行なうと、発電終了後には、燃

22

料ガスを燃料電池11の燃料極11aに供給するのを止めた後に、脱硫ガスで流路切換弁18から開閉弁22までの間の燃料ガス流路の雰囲気をバージするため、燃料電池11の燃料極11aに燃料ガスがほぼ残留することがない。そのため燃料電池11の燃料極11a内部に空気が流入してきたとしても、燃料ガスが残存しないため、燃料電池11の内部で爆発する恐れもない。

【0077】すなわち、上記の、本実施形態に示す燃料電池の構成と具体的なバージ工程によると、燃料電池発電システムの運転において、安全な運転停止を窒素供給なしで実現することができる。本バージ工程では、バージ完了時に開閉弁22を閉じるとしたが、特に開閉弁22を開けた状態で運転を終了してもよい。

【0078】次に、図6に示す本実施形態の燃料電池発電システムと図9に示す本実施形態の具体的な運転停止方法の第2の例のフロー図を参照し、本実施形態における燃料電池発電システムの運転停止動作の別例を説明する。燃料電池発電システムの発電終了時には、まず流路切換弁18により、燃料ガス流路を燃料電池バイパス管21に接続し、原料ガス供給弁25は開のまま原料ガスの供給を続行して燃料ガス生成を行なう。ついで、開閉弁24を開き、脱硫器16により脱硫された脱硫ガスを燃料ガス生成部バイパス管23から燃料ガス供給管19に注入し、流路切換弁18から開閉弁22までの間の燃料ガス流路の雰囲気を脱硫ガスでバージする。

【0079】このバージ工程が完了すると、原料ガス供給弁25を閉じ、原料ガスの供給を停止し、開閉弁24と開閉弁22を閉じ、運転を終了する。燃料電池11の燃料極11aに供給する燃料ガスは水素リッチなガスであり、空気と直接触れると爆発する恐れがある。しかし、本実施形態におけるバージ工程を行なうと、発電終了後には燃料ガスを燃料電池11の燃料極11aに供給するのを止めた後に、脱硫ガスで流路切換弁18から開閉弁22までの間の流路雰囲気をバージするため、燃料電池11の燃料極11aに燃料ガスがほぼ残留することがない。

【0080】そのため燃料電池11の燃料極11a内部に空気が流入してきたとしても、燃料ガスが残存しないため、燃料電池11の内部で爆発する恐れもない。また、脱硫ガスと原料ガスは、双方ともバーナ15bに戻ってくるため、バーナ15bは失火することなく、安定した燃焼を実現できる。すなわち、本実施形態に示す燃料電池の構成と本実施形態の具体的なバージ工程によると、燃料電池発電システムの運転において、安全な運転停止を窒素供給なしで実現し、終了時の安定したバーナ燃焼を実現することができる。本バージ工程では、バージ完了時に開閉弁22を閉じるとしたが、特に開閉弁22を開けた状態で運転を終了してもよい。

【0081】次に、図6に示す本実施形態3の燃料電池発電システムと図10に示す本実施形態の具体的な起電

方法の第2の例のフロー図を参照し、本実施形態における燃料電池発電システムの起電動作の別例を説明する。この燃料電池発電システムには、開閉弁22は必要ではない。しかし、動作の説明では、常に開閉弁22を開として設置した構成で説明する。

【0082】燃料電池発電システムの発電開始前に、まず流路切換弁18により燃料ガスが燃料電池バイパス管21を流れるように流路を切り換える。ついで、開閉弁24を開け、原料ガス供給弁25を閉じ、脱硫器16により都市ガスから硫黄成分を除去された脱硫ガスを燃料ガス生成部バイパス管23から燃料ガス供給管19に注入することにより、燃料電池11および流路切換弁18より下流の燃料ガス供給管19の内部雰囲気と開閉弁22より上流の残余燃料ガス管20の内部雰囲気を脱硫ガスでバージする。

【0083】脱硫ガスでのバージ工程が完了すると、その後、原料ガス供給弁25を開き、都市ガスなどの原料としてのガスから硫黄成分を脱硫器16で除去された脱硫ガスを燃料ガス生成部15に供給する。本実施形態では、原料ガスとして都市ガスを用いる。燃料ガス生成部15で生成する燃料ガスの成分が燃料電池11の発電可能な状態になった後、開閉弁24を閉とすることにより燃料ガス供給管19への脱硫ガスの供給を停止する。一方、流路切換弁18を切り換えて燃料ガス生成部15からの燃料ガスを燃料電池11に供給し、同時にプロア17により空気を燃料電池11に供給することにより、発電を行なう。

【0084】本実施形態における上記第2の例のフロー図による別例の起動方法を行なうと、図7に第1の例のフロー図を示す起電方法で説明した効果とともに、以下の効果も得られる。すなわち、燃料電池システムの起動時には、燃料ガス生成部15で生成される燃料ガスには高濃度の一酸化炭素を含んでいるが、本発明の具体的な動作である脱硫ガスを燃料ガス供給管19に注入することにより、燃料電池11の燃料極11aに燃料ガスが拡散的に流入することを防ぐことが実現できる。

【0085】ゆえに、上記別例に基づく本実施形態の具体的な起電方法は、燃料電池発電システムの運転において、安全な起動を窒素供給なしで実現することができるとともに、起動時における燃料電池11の燃料極11aの一酸化炭素被毒を防ぐことを実現することができる。前記の燃料電池発電システムにおいては、必要に応じてさらに、燃料ガス生成部15で生成される燃料ガス内の一酸化炭素濃度を検知する一酸化炭素濃度検知手段32と、当該一酸化炭素濃度検知手段32により検知される検知値に基づいて開閉弁24の開閉を制御するための制御部34とが、さらに備えられる。

【0086】その一酸化炭素濃度検知手段32により検知される検知値が所定値を下回るまで開閉弁24を開として燃料極11aに脱硫ガスを注入し、検知量が所定値

を下回った後は開閉弁24を閉として脱硫ガスの注入を停止するように制御部34を設定することにより、燃料電池11に一酸化炭素が拡散的に流入することを防ぎ、脱硫ガスの使用量を適切に管理することができる。なお、上記の動作の説明では、開閉弁22は常に開としたが、開閉弁22を除去した構成においても同様の効果が得られるとともに、部品を減らすことによりコストダウンが実現される。

【0087】《実施形態4》図11は、本発明の実施形態4における燃料電池発電システムを示す構成図である。実施形態2を示す図2と同様の構成要素については、同一符号を付与し、その説明を省略する。本実施形態では、さらに、空気を開閉弁14の下流の脱硫ガス供給管12に供給するためのプロア26とその空気供給路を遮断する開閉弁27を備える。

【0088】図11に示す燃料電池発電システムと図12に示す具体的な運転停止方法のフロー図を参照し、本実施形態における燃料電池発電システムの運転停止動作を説明する。ただし、本実施形態における動作は、実施形態2において、図4にフロー図で示す運転停止方法に基づくシステムの動作の後に行なう動作であるため、燃料電池11の燃料極11a含む燃料ガス流路の雰囲気の脱硫ガスによるバージの後からの説明を行なう。

【0089】脱硫ガスによるバージ工程が完了すると、開閉弁14を閉じ、開閉弁27を開きプロア26にて空気を脱硫ガス供給管12から燃料ガス供給管19に注入することにより、流路切換弁18から開閉弁22までの間の燃料ガス流路の雰囲気を空気でバージする。空気バージが完了すると、プロア26を止め、開閉弁27を閉じて、システム運転を終了する。

【0090】本実施形態におけるバージ工程を行なうと、まず流路切換弁18から開閉弁22までの間の燃料ガス流路の雰囲気を脱硫ガスでバージし、その後、同区間の脱硫ガス雰囲気を空気でバージするため、運転終了時には、燃料電池11は非常に安全な状態で保持できる。また、燃料ガスと空気が接することないので、燃料電池11の内部で爆発する懼れもない。すなわち、本実施形態に示す燃料電池発電システムの構成と本実施形態の具体的なバージ工程は、燃料電池発電システムの運転において、安全な運転停止を窒素供給なしで実現し、しかも運転停止における安全な燃料電池11の保持を実現することができる。

【0091】《実施形態5》図13は、本発明の実施の形態5における燃料電池発電システムを示す構成図である。実施形態3を示す図6と同様の構成要素については、同一符号を付与し、その説明を省略する。本実施形態では、さらに、燃料ガス生成部15の内部雰囲気を水蒸気でバージする手段である水蒸気生成器28を備える。

【0092】図13に示す燃料電池発電システムと図1

4に示す具体的な運転停止方法の第1の例のフロー図を参照し、本実施形態における燃料電池発電システムの運転停止動作の一例を説明する。ただし、本具体例で説明する運転停止動作は、実施形態3において、図9にフロー図を示す運転停止方法で説明したバージ工程の後に行なう動作である。したがって、燃料電池11の燃料極11aを含む燃料ガス流路の雰囲気の脱硫ガスによるバージ工程の後からの説明を行なう。

【0093】脱硫ガスによる燃料ガス流路のバージ工程が完了すると、原料ガス供給弁25を閉じた後、開閉弁24と開閉弁22を閉じる。その後、水蒸気生成器28より水蒸気を燃料ガス生成部15に供給し、その内部雰囲気を水蒸気でバージする。水蒸気によるバージ工程が完了すると、水蒸気生成器28を停止し運転を終了する。本実施形態におけるバージ工程を行なうと、前記の図9にフロー図を示す実施形態3で説明した効果とともに、以下の効果を得られる。

【0094】まず、燃料ガス生成部15の内部雰囲気を水蒸気でバージするため、燃料ガス流路には可燃ガスがほぼ残存することがない。さらに、水蒸気を燃料ガス生成部15に注入することで燃料ガス生成部15の冷却が促進され、運転終了までの時間を短縮することができる。すなわち、本実施形態に示す燃料電池発電システムの構成と本実施形態の具体的なバージ工程は、燃料電池発電システムの運転において、安全な運転停止を窒素供給なしで実現し、終了時の安定したバーナ燃焼を実現するとともに、燃料ガス流路内の可燃ガスを除去することができる。さらに運転終了までの時間も短縮できる。本バージ工程では、運転終了時は開閉弁22を閉じているが、特に開閉弁22を開けた状態で運転を終了してもよい。

【0095】次に、図13に示す燃料電池発電システムと図15に示す具体的な運転停止方法の第2の例のフロー図を参照し、本実施形態における燃料電池発電システムの運転停止動作の別例を説明する。燃料電池発電システムの発電終了時には、まず流路切換弁18により、燃料ガス流路を燃料電池バイパス管21に接続し、原料ガス供給弁25を閉じ原料ガスの供給を停止する。ついで、水蒸気生成器28より水蒸気を燃料ガス生成部15に供給し、その内部雰囲気を水蒸気でバージする。

【0096】一方、燃料電池11については、発電終了時に開閉弁24を開き、脱硫器16により脱硫された脱硫ガスを燃料ガス生成部バイパス管23から燃料ガス供給管19に注入し、流路切換弁18から開閉弁22までの間の流路雰囲気を脱硫ガスでバージする。燃料ガス生成部15から燃料電池バイパス管21にかけての流路の水蒸気によるバージが完了すると、水蒸気生成器28を停止し水蒸気によるバージを終了する。また、流路切換弁18から開閉弁22までの間の流路雰囲気の脱硫ガスでのバージが完了すると、原料ガス供給弁25を閉じ原

料ガスである都市ガスの供給を停止し、開閉弁24と開閉弁22を閉じ脱硫ガスによるバージを終了する。

【0097】本実施形態におけるバージ工程を行なうと、実施形態3で説明した効果とともに、以下の効果を得られる。まず、燃料ガス生成部15の内部雰囲気を水蒸気でバージするため、燃料ガス流路には可燃ガスがほぼ残存することがない。さらに、水蒸気を燃料ガス生成部15に注入することで燃料ガス生成部15の冷却が促進され、運転終了までの時間を短縮することができる。その上、燃料ガス生成部15と燃料電池11という2つの反応部の内部雰囲気を同時に独立してバージすることができるため、さらに運転終了までの時間も短縮できる。

【0098】すなわち、本実施形態に示す燃料電池発電システムの構成と本実施形態の具体的なバージ工程は、燃料電池発電システムの運転において、安全な運転停止を窒素供給なしで実現するとともに、燃料ガス流路内の可燃ガスを除去することができる。さらに2つの反応部の内部雰囲気を同時に独立してバージするため運転終了までの時間も短縮できる。本バージ工程では、脱硫ガスによるバージ工程完了時に開閉弁22を閉じたが、特に開閉弁22を開けた状態で運転を終了してもよい。

【0099】《実施形態6》図16は、本発明の実施形態6における燃料電池発電システムを示す構成図である。実施形態5を示す図13と同様の構成要素については、同一符号を付与し、その説明を省略する。本実施形態では、さらに、脱硫ガスの供給・停止をおこなう脱硫ガス供給弁29と、空気を燃料ガス生成部15の上流に供給するプロア30とその空気供給路を遮断する開閉弁31を備える。

【0100】図16に示す燃料電池発電システムを参照し、本実施形態における燃料電池発電システムの動作を説明する。ただし、本実施形態における動作の特徴は、実施形態5において、図14または図15にフロー図に基づいて説明した脱硫ガスおよび水蒸気によるバージ工程の後に行なう動作にある。したがって、燃料ガス生成部15の内部雰囲気の水蒸気によるバージと、燃料電池11の燃料極11aを含む燃料ガス流路雰囲気の脱硫ガスによるバージ工程との後からの説明を行なう。

【0101】水蒸気によるバージ工程が終了すると、脱硫ガス供給弁29を閉じる。その後、プロア30を作動させるとともに開閉弁31を開き、燃料ガス生成部15に空気を供給することで、燃料ガス生成部15の内部に残留する水蒸気を燃料ガス供給管19へ除去する。また、燃料電池11の燃料極11aへの空気供給もプロア30を用いて行なう。これにより、脱硫ガス供給弁29より下流の燃料ガス流路の雰囲気を空気で安全にバージすることが実現でき、しかも運転停止時における安全な燃料電池11の保持を実現することができる。また、空

気でバージするため、原料ガス供給弁29より下流の燃料ガス流路は大気に開放することが可能であり、燃料ガス生成部15が温度低下により圧力低下を起こしても、大気から空気を吸入することで緩和される。

【0102】次に、より効果的な空気によるバージ工程として、図16に示す燃料電池発電システムと図17に示す具体的な運転停止方法の第1の例のフロー図を参考し、本実施形態における燃料電池発電システムの運転停止動作の一例を説明する。燃料ガス生成部15の内部雰囲気の水蒸気によるバージ、および燃料電池11の燃料極11aを含む燃料ガス流路雰囲気の脱硫ガスによるバージが終了すると、脱硫ガス供給弁29を閉じる。ついで、開閉弁31と22を開き、流路切換弁18により流路を燃料電池11に接続する。その後プロア30を作動し、空気を燃料ガス生成部15から燃料電池11の燃料極11aを経てバーナ15bへと流すことにより燃料ガス流路全体の雰囲気を空気でバージする。

【0103】このバージ工程終了後、プロア30を停止し、開閉弁31を閉じることにより運転を終了する。このバージ工程では、バージを要する雰囲気をバージするための空気は、燃料ガス生成部15の上流より供給し、流路分岐をしない。そのため、燃料ガス流路の上流から順次流路に沿って下流へとその雰囲気を空気によりバージを行なうことができる。すなわち、本実施形態に示す燃料電池発電システムの構成と本具体例のバージ工程は、実施形態6の最初に説明した燃料電池発電システムと同様の効果とともに、燃料ガス流路の上流から順次流路に沿って下流へとその雰囲気を空気によりバージすることを実現できるという効果も有する。

【0104】次に、より効果的な空気バージ工程の別法として、図16に示す燃料電池発電システムと図18に示す具体的な運転停止方法の第2の例のフロー図を参考し、本実施形態における燃料電池発電システムの運転停止動作の別例を説明する。燃料ガス生成部15の内部雰囲気の水蒸気によるバージ、および燃料電池11の燃料極11aを含む燃料ガス流路雰囲気の脱硫ガスによるバージが終了すると、脱硫ガス供給弁29を閉じる。

【0105】ついで、開閉弁31、24、22と原料ガス供給弁25を開く。さらに、流路切換弁18により流路を燃料電池バイパス管21に接続する。その後プロア30を作動し、空気を燃料ガス生成部15から燃料電池バイパス管21を経てバーナ15bへと、さらに燃料ガス生成部バイパス管23から燃料電池11の燃料極11aを経てバーナ15bへと流すことにより燃料ガス流路全体の雰囲気を空気でバージする。

【0106】このバージ工程終了後、プロア30を停止し、開閉弁31を閉じることにより運転を終了する。このバージ工程は、燃料ガス生成部15の内部雰囲気と燃料電池11の燃料極11aを含む燃料ガス流路の雰囲気を同時にバージするため、短時間でのバージを行なうこと

ができる。すなわち、本実施形態に示す燃料電池発電システムの構成と本具体例のバージ工程は、本実施形態6の最初に説明した燃料電池発電システムと同様の効果とともに、短時間で空気によるバージ工程終了を実現できるという効果も有する。

【0107】ところで、上記実施形態4および実施形態6における燃料電池発電システムの燃料ガス生成部15の反応部15aの内部には、空気によるバージを行なう過程で空気が反応部15aに流入するか、流入する可能性がある。そこで、燃料ガス生成部15の反応部15aは、図19に示すように、少なくとも貴金属と金属酸化物を構成材料とする変成触媒体を設けた変成部15dと、変成部に少なくとも一酸化炭素と水蒸気を副成分として含む水素ガスを供給する水素ガス供給部である改質器15cを備えるとより効果的である。

【0108】すなわち、図19において、原料ガスあるいは脱硫ガスを改質器15cに供給し、その改質器15c内で水蒸気が存在する高温下で、原料ガスあるいは脱硫ガスの改質反応を起させる。その改質反応における副生成物としての一酸化炭素を、次の変成部15dにおいて水蒸気と反応させ、水素と二酸化炭素を発生させる。バーナ15bは、改質器15cを高温にする役割を有する。

【0109】この構成によれば、上記変成触媒体が、耐酸素被毒性を有するため、バージ工程のために空気を反応部15aに流入させても、空気による性能劣化を防止できるという効果が得られる。なお、上記実施形態1から6では、都市ガスをバージ用ガスあるいは原料用ガスとして用いた例を示した。都市ガスは社会的基盤として整備されているため、窒素のようなポンベをも必要としない。そのため、より簡潔な構成を実現できるとの観点から、より効果的なバージ用ガスとして都市ガスから硫黄成分を除去した脱硫ガスを用いて説明をおこなった。

【0110】しかしながら、バージ用ガスとしては、硫黄成分を含まない炭化水素などの少なくとも炭素と水素を含む化合物を主成分とするガス、たとえばメタンガスなど、を用いても同様の効果が得られる。このときは、脱硫器は不要であり、またバージ用ガスに水素を生成させるための原料と同じものを使用することができる。これら都市ガスあるいはメタンガス以外でも、天然ガス、プロパンガス、ジメチルエーテルガスなども原料としてのガスあるいはバージ用ガスとして用いることができる。

【0111】

【発明の効果】以上のように本発明の燃料電池発電システムあるいは燃料電池発電方法によれば、発電開始前および発電終了後の少なくとも一方において、置換ガス、殊に燃料ガス生成手段を備える燃料電池においては、燃料ガス生成手段に供給するガスと同じく、炭素および水素を含む化合物を主成分とする原料を置換ガスとして燃

料極を含む燃料ガス流路に注入することにより、その燃料ガス流路に残留するガスを除去し、その燃料ガス流路の雰囲気を置換ガスで置換することができる。

【0112】また、空気供給手段を備える燃料電池発電システムあるいは燃料電池発電方法においては、置換ガスで燃料電池の燃料極を含む燃料ガス流路の雰囲気を置換した後に、空気供給手段により空気をその燃料ガス流路に注入することにより、そのガス流路の雰囲気を空気で置換することができる。さらに、燃料電池の燃料極を含む燃料ガス流路への置換ガス注入が終了するまで燃料ガス生成手段で燃料ガス生成を行なうことにより、置換終了までバーナでの安定燃焼を実現できる燃料電池発電システムあるいは燃料電池発電方法を提供することができる。

【0113】また、水蒸気供給手段を備えることにより、燃料電池の燃料極を含む燃料ガス流路への置換ガス注入が終了した後に燃料ガス生成手段の燃料ガス生成を停止させるとともに、水蒸気供給手段により水蒸気を燃料ガス生成手段内部に注入することにより、燃料ガス生成手段に残留する燃料ガスを除去し、燃料ガス生成手段内部の雰囲気を水蒸気で置換することができる。

【0114】また、燃料電池発電システムないし発電方法の発電終了後に、燃料ガス生成手段の燃料ガス生成を停止させるとともに水蒸気供給手段により水蒸気を燃料ガス生成手段内部に注入し、かつ、置換ガスを燃料電池の燃料極を含む燃料ガス流路に注入することにより、燃料ガス生成手段に残留する燃料ガスを除去し、燃料ガス生成手段内部の雰囲気を水蒸気で置換し、かつ、その燃料ガス流路に残留する燃料ガスを除去し、その燃料ガス流路の雰囲気を置換ガスで置換することができる。しかも、同時に独立して置換するため置換時間の短縮を実現することができる。

【0115】また、燃料電池の燃料極を含む燃料ガス流路に置換ガスを注入するとともに燃料ガス生成手段内部に水蒸気を注入してそれぞれの雰囲気を置換した後に、燃料電池の燃料ガス流路と燃料ガス生成手段との両方に空気供給手段により空気を注入することにより、システム内部の原料および燃料の流路全体の雰囲気を空気で置換することができる。さらに、燃料ガス生成手段が、貴金属と金属酸化物を構成材料とする変成触媒体を設けた変成部を備えることにより、空気置換により空気が燃料ガス生成手段の内部に入っても、変成触媒体の性能劣化を防ぐことができる。

【0116】燃料電池発電システムないし発電方法の運転開始後から発電開始前までの間の任意の時間区間、置換ガスを燃料電池の燃料極を含む燃料ガス流路に注入し続けることにより、その燃料ガス流路に残留するガスを除去し置換ガスで置換するとともに、燃料ガスが拡散的にその燃料ガス流路へ流入することを防止することができます。また、燃料電池発電システムないし発電方法の運

転開始後から発電開始前までの間の任意の時間区間、原料を、燃料ガス生成手段をバイパスするバイパス手段を経由して燃料電池の燃料極を含む燃料ガス流路に注入し続けることにより、その燃料ガス流路に残留するガスを除去し、その燃料ガス流路の雰囲気を置換ガスとしての原料で置換するとともに、燃料ガスが拡散的にその燃料ガス流路へ流入することを防止することができる。

【0117】さらに、一酸化炭素濃度検知手段により検知される検知値が所定値を下回るまで燃料極を含む燃料ガス流路に置換ガスまたは原料を注入し続けることにより、燃料ガスが拡散的に燃料ガス流路へ流入することを防止し、しかも燃料ガス流路に注入する置換ガスまたは原料の量を適切に管理することができる。なお、置換ガスは、硫黄成分を含まずかつ炭化水素などの少なくとも炭素と水素を含む化合物を主成分とする置換ガスとすることにより、置換ガスを原料と同じものを使用することができる燃料電池発電システムないし発電方法を提供することができる。

【0118】また、原料あるいは置換ガスに含まれる硫黄成分を除去する硫黄成分除去手段を用い、原料と置換ガスのいずれか一方または両方を社会的基盤として整備されている都市ガスとすることにより、ポンベを必要とせず、より簡潔な構成の燃料電池発電システムないし発電方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1における燃料電池発電システムの構成を模式的に示す図である。

【図2】本発明の実施形態2における燃料電池発電システムの構成を模式的に示す図である。

【図3】本発明の実施形態2の燃料電池発電システムの起電方法の一例を示すフローチャートである。

【図4】本発明の実施形態2の燃料電池発電システムの運転停止方法の一例を示すフローチャートである。

【図5】本発明の実施形態2の燃料電池発電システムの起電方法の別例を示すフローチャートである。

【図6】本発明の実施形態3における燃料電池発電システムの構成を模式的に示す図である。

【図7】本発明の実施形態3の燃料電池発電システムの起電方法の一例を示すフローチャートである。

【図8】本発明の実施形態3の燃料電池発電システムの運転停止方法の一例を示すフローチャートである。

【図9】本発明の実施形態3の燃料電池発電システムの運転停止方法の別例を示すフローチャートである。

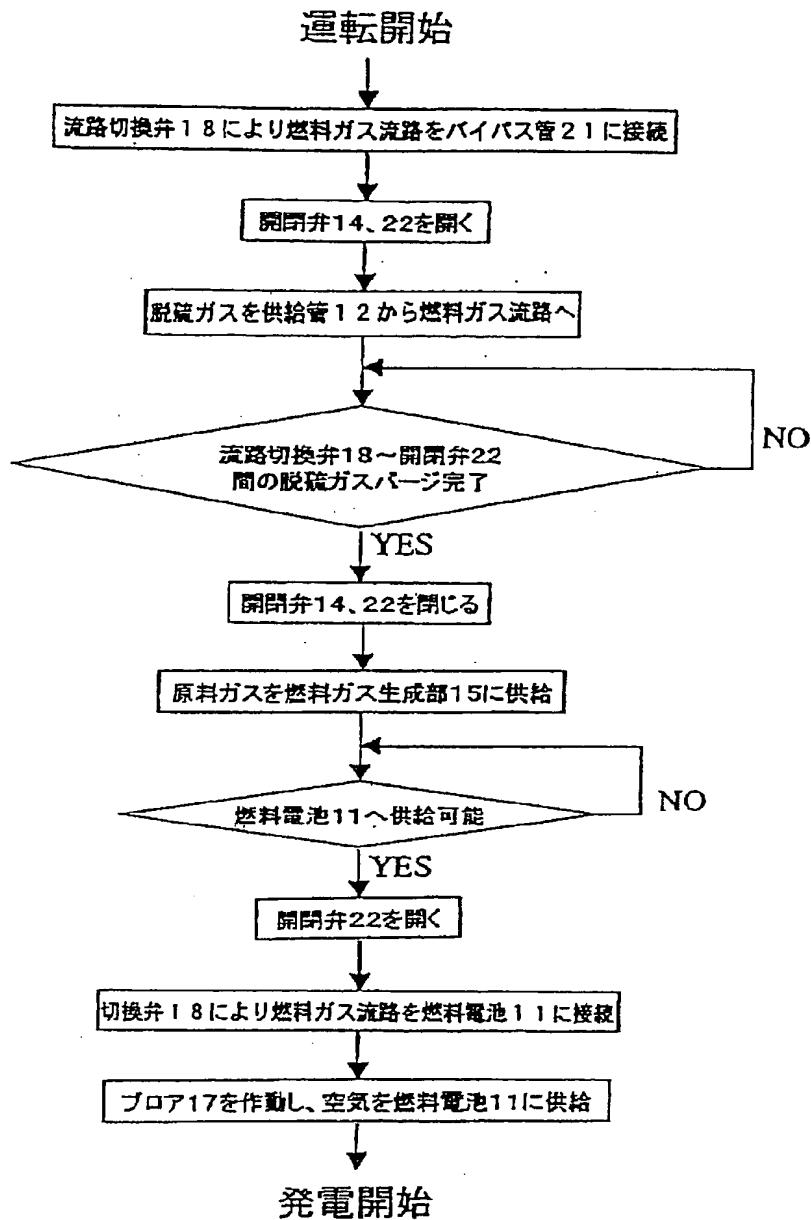
【図10】本発明の実施形態3の燃料電池発電システムの起電方法の別例を示すフローチャートである。

【図11】本発明の実施形態4における燃料電池発電システムの構成を模式的に示す図である。

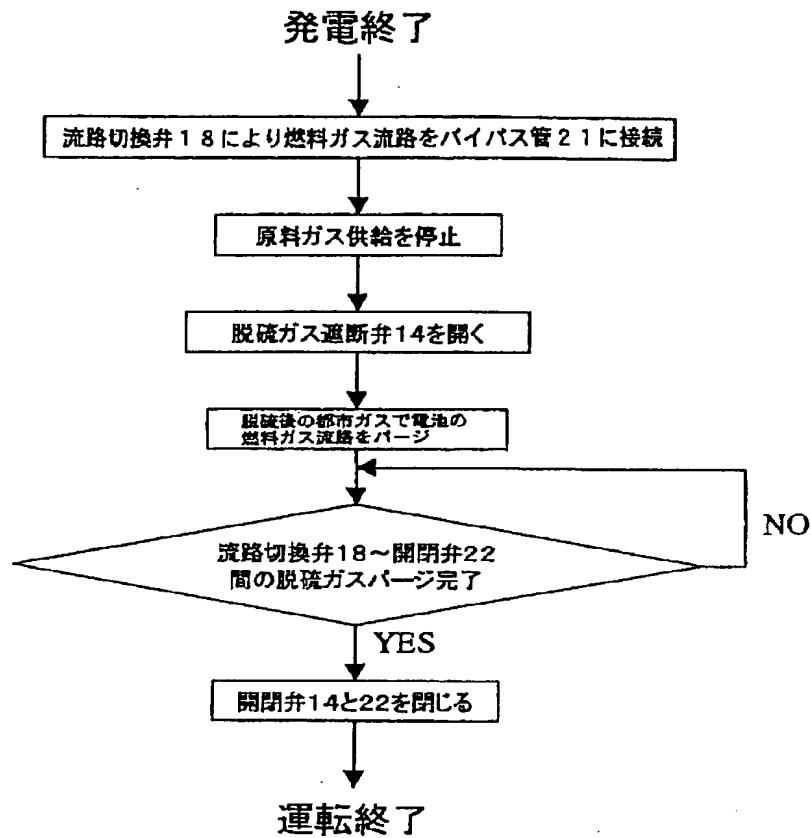
【図12】本発明の実施形態4の燃料電池発電システムの運転停止方法の一例を示すフローチャートである。

【図13】本発明の実施形態5における燃料電池発電シ

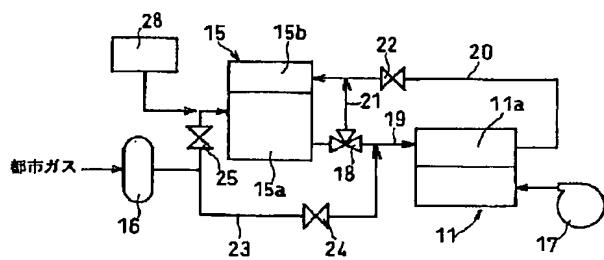
【図3】



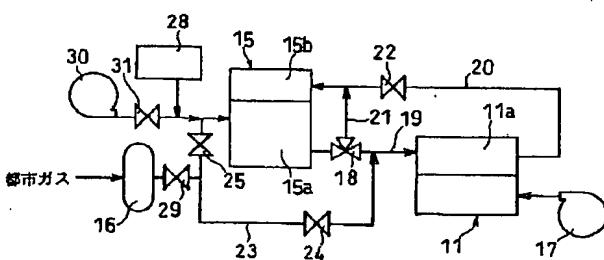
[図4]



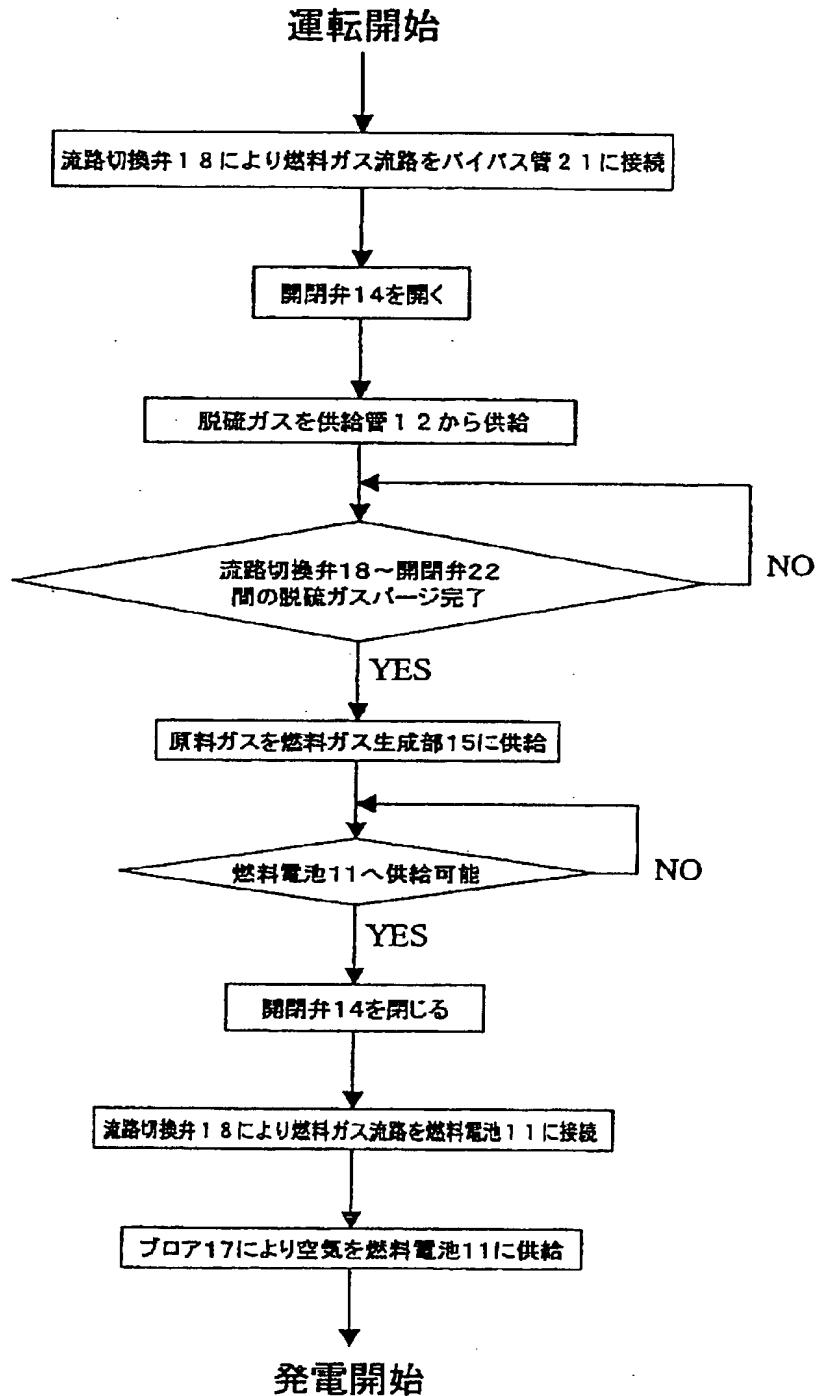
[図13]



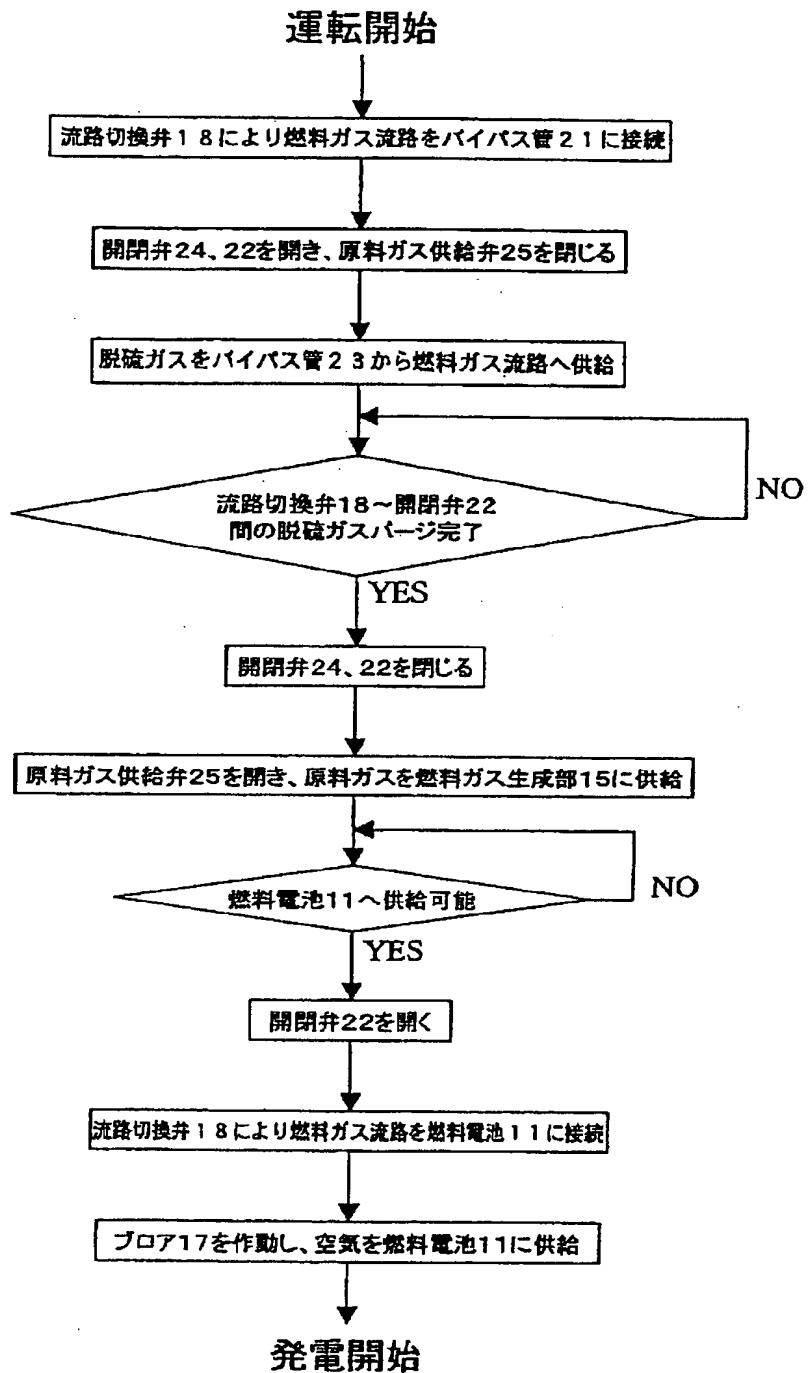
[図16]



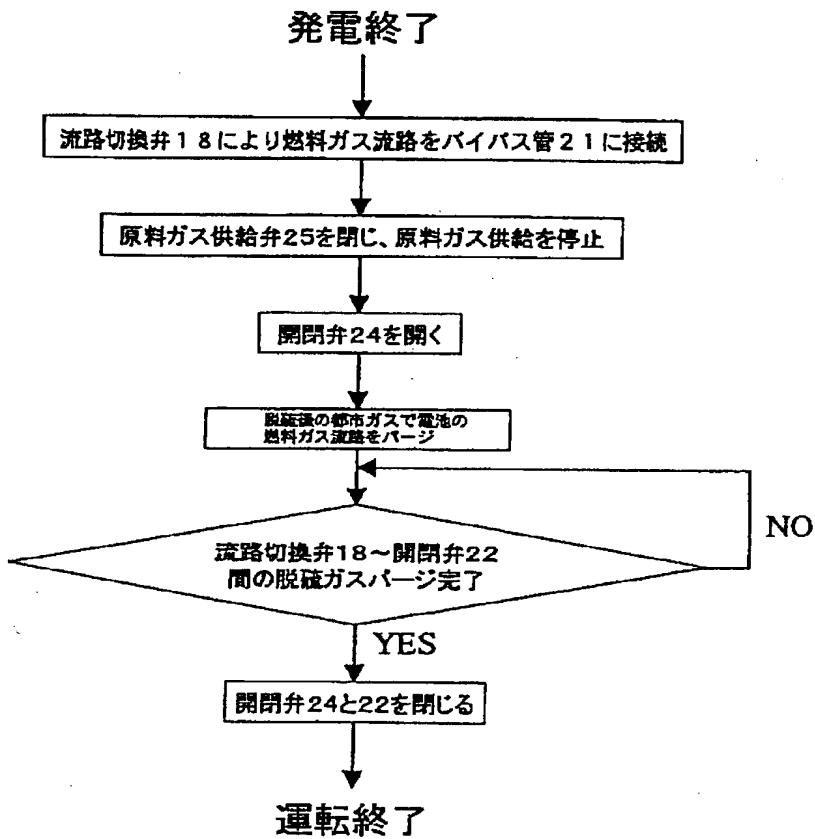
【図5】



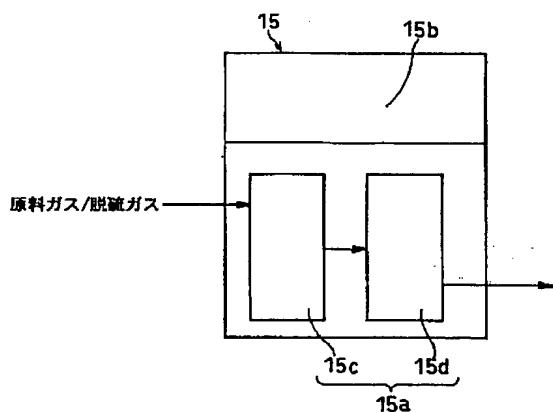
【図7】



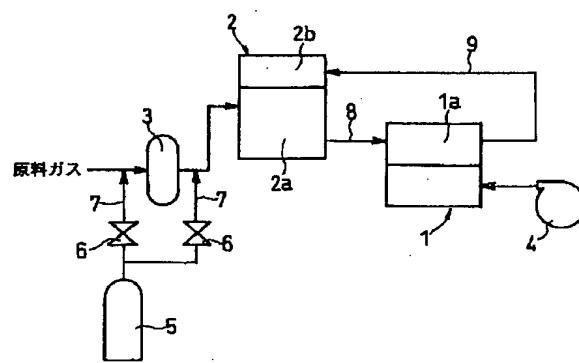
【図8】



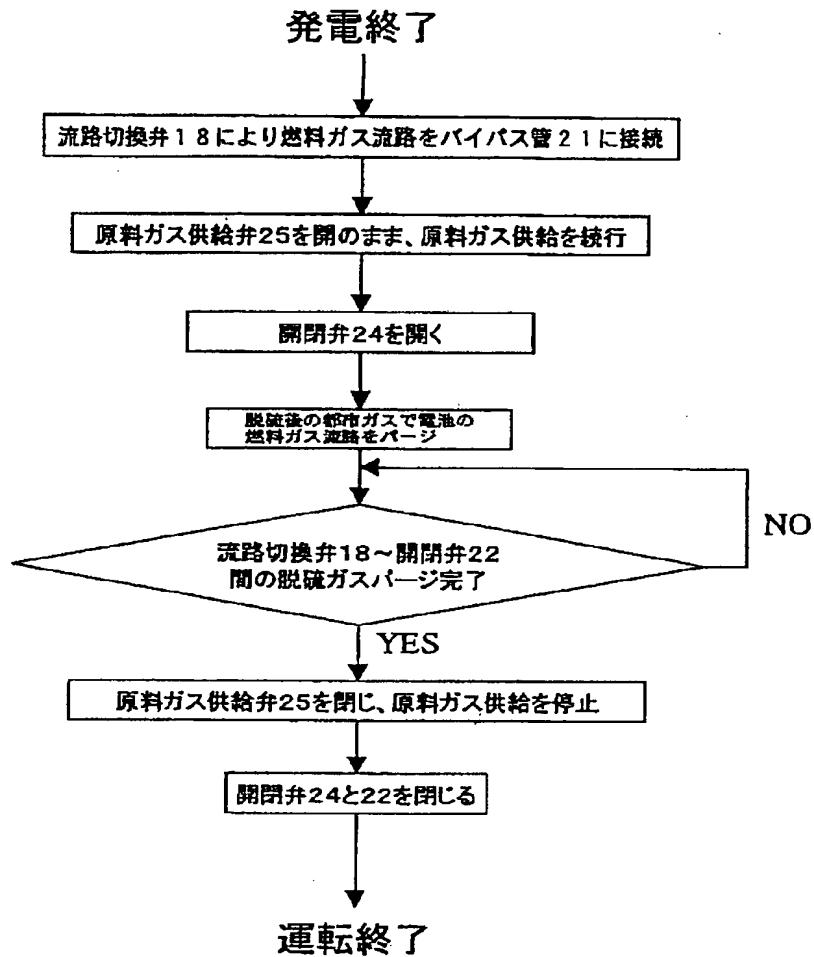
【図19】



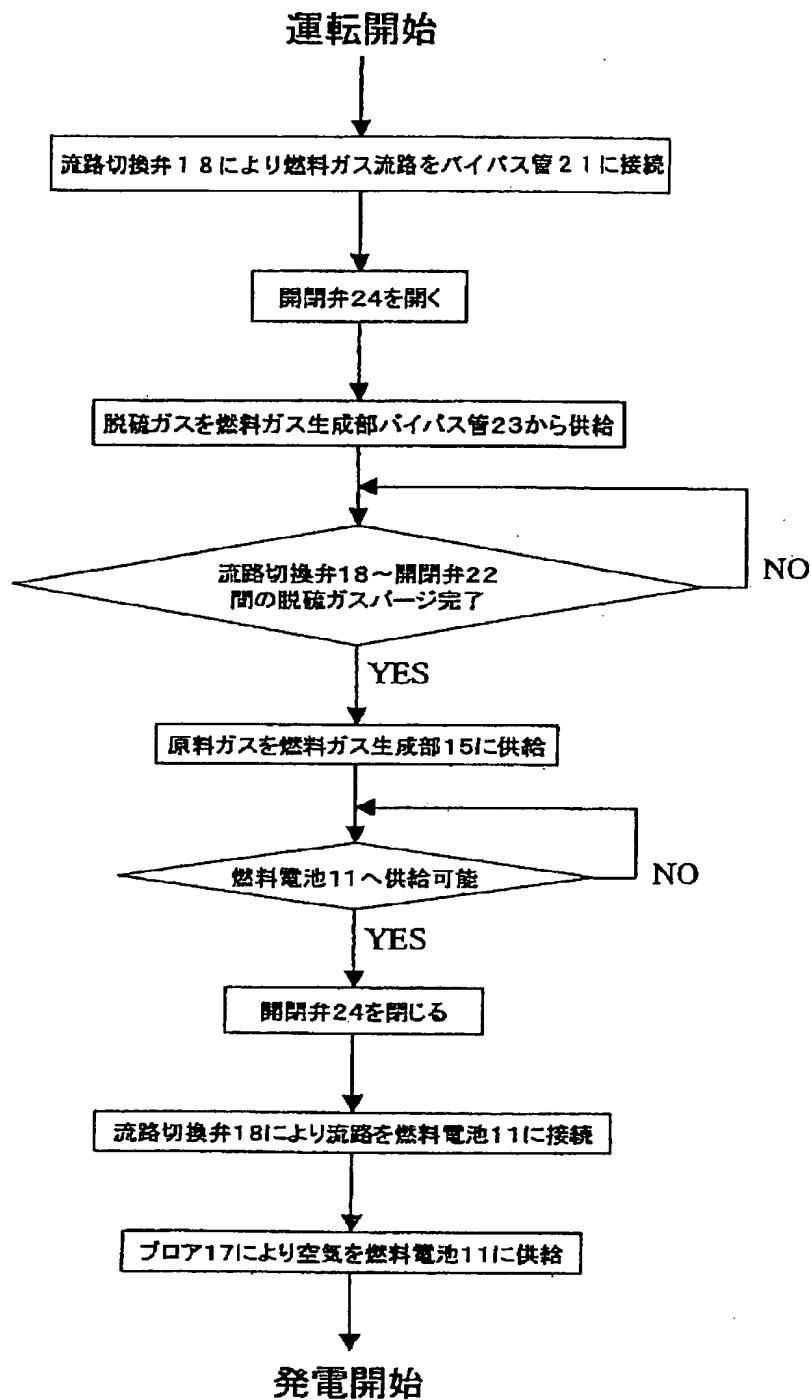
【図20】



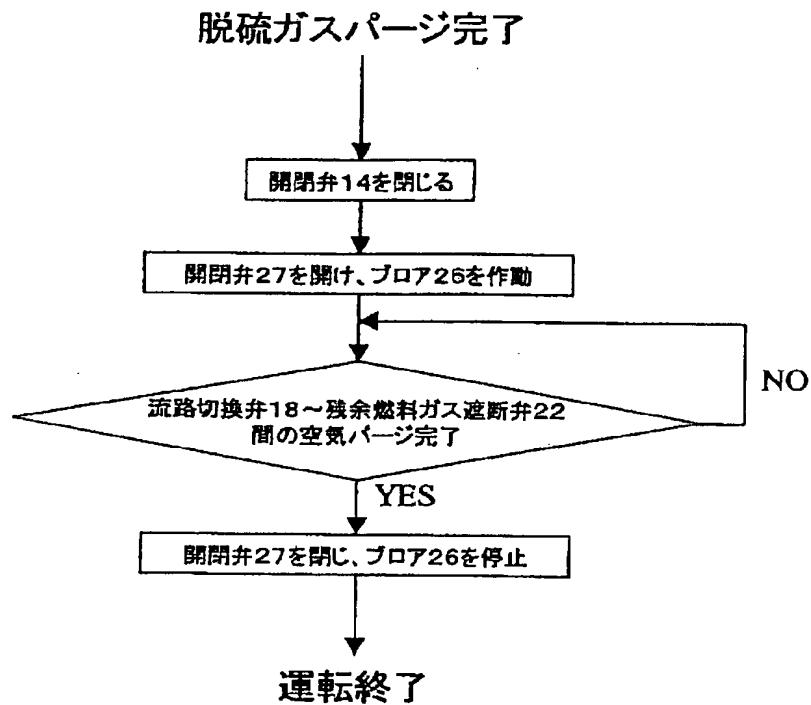
【図9】



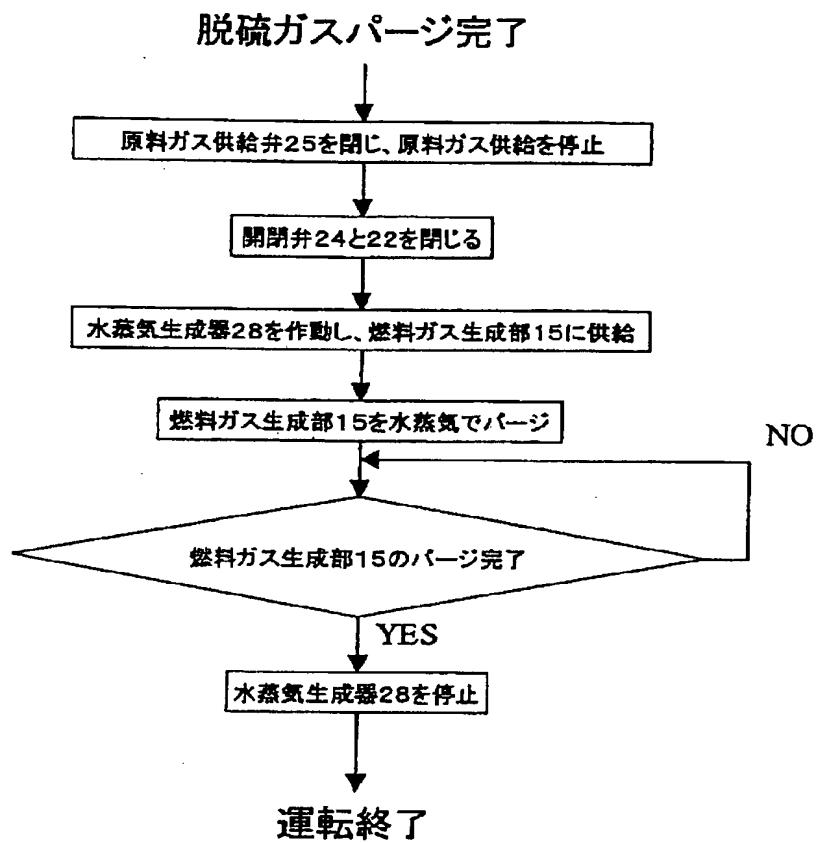
【図10】



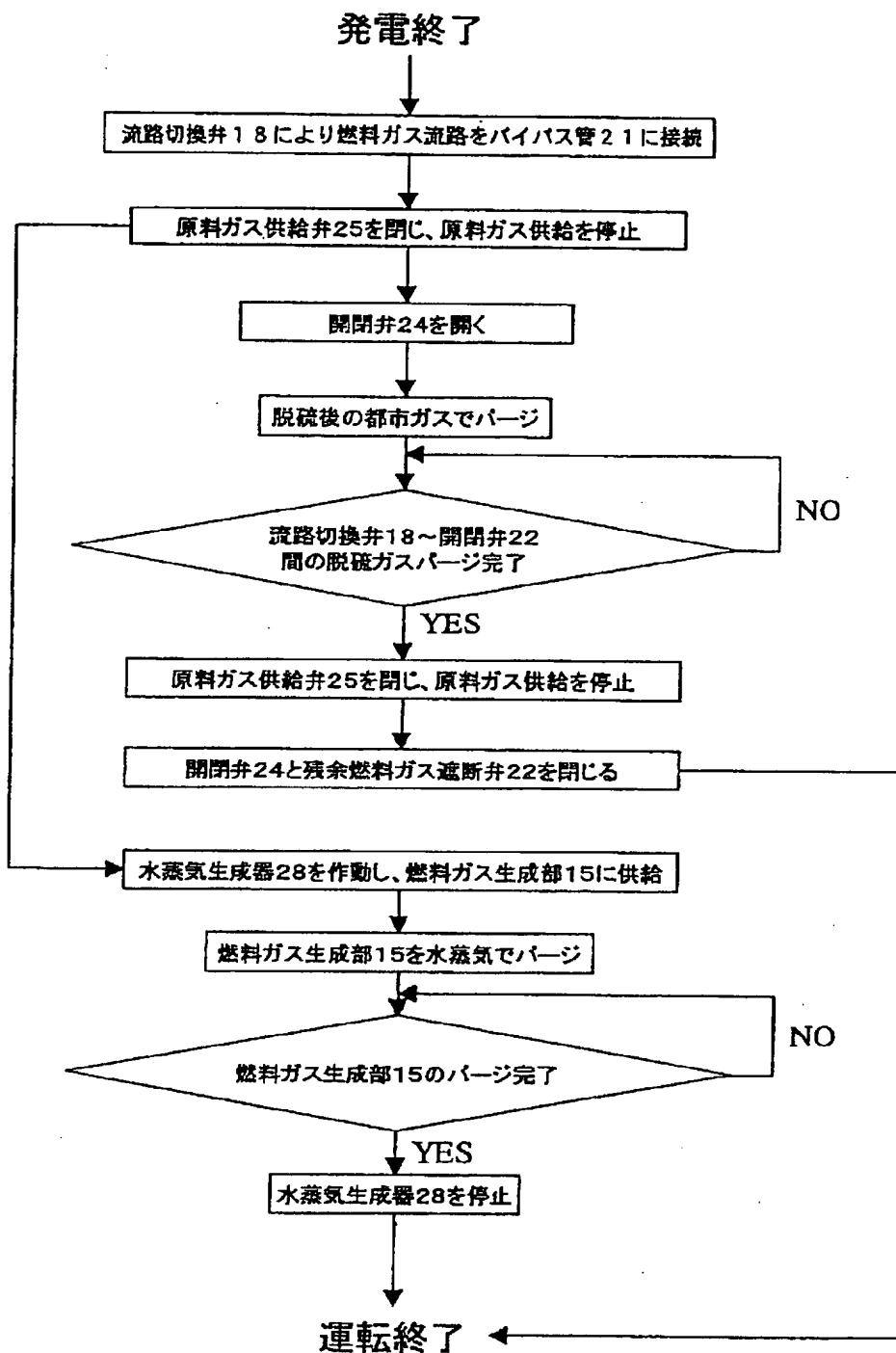
【図12】



【図14】

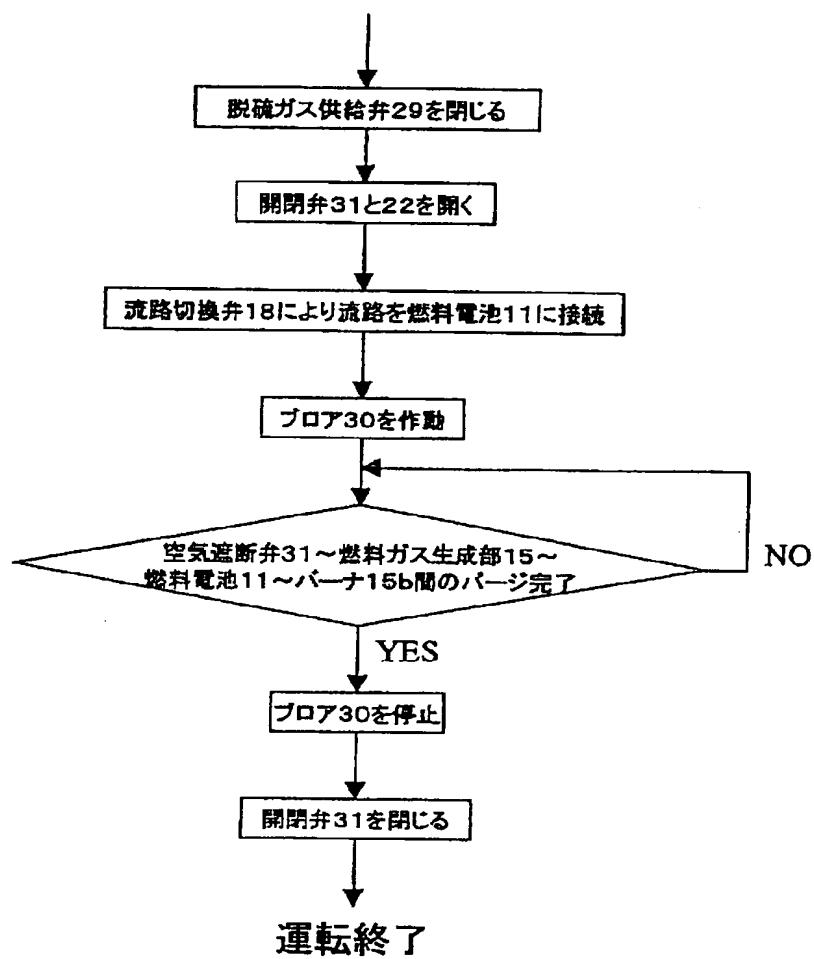


【図15】



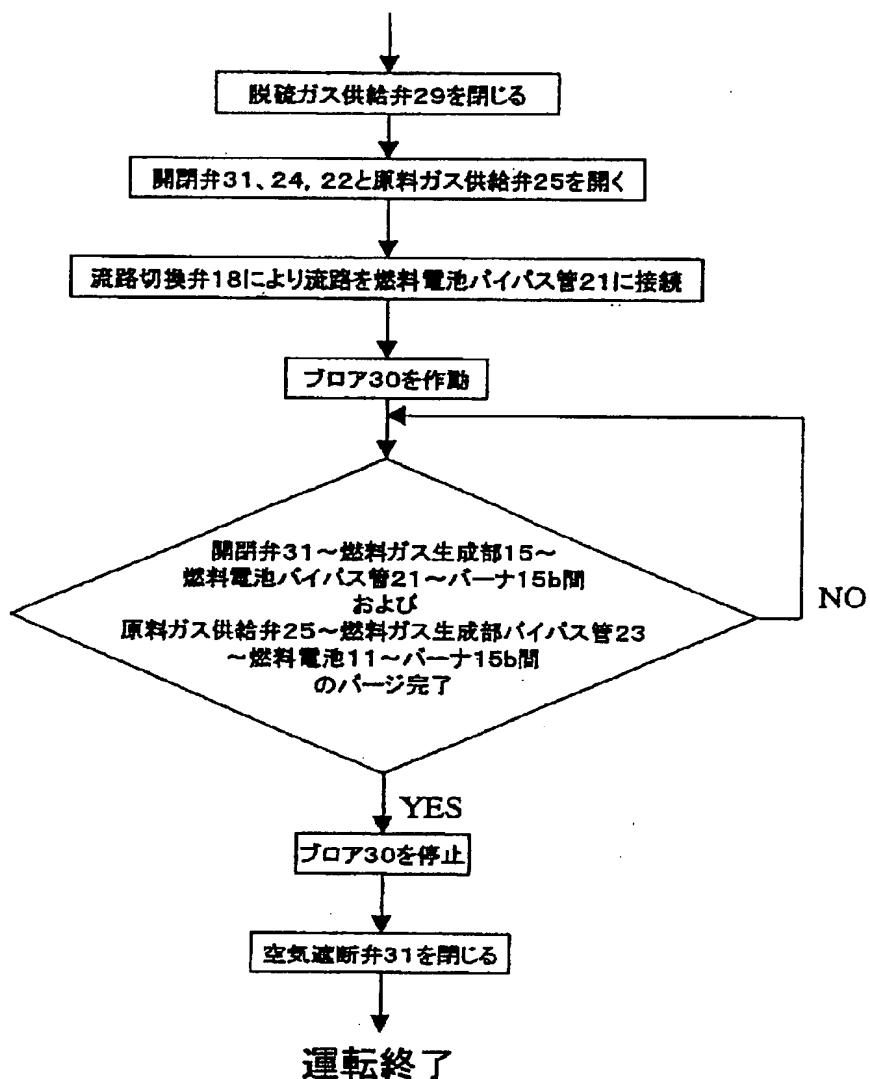
【図17】

燃料ガス生成部15の水蒸気バージ
および
燃料電池11の燃料極11aの脱硫ガスバージ
の終了



【図18】

**燃料ガス生成部15の水蒸気バージ
および
燃料電池11の燃料極11aの脱硫ガスバージ
の終了**



フロントページの続き

(72)発明者 宮内 伸二

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 麻生 智倫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

F ターム(参考) SH027 AA02 BA01 BA20 BC20 MM04

MM09 MM12